542
P27m

MANUAL DE QUIMICA EXPERIMENTAL

Dr. GUILLERMO PATTERSON Jr.

MANUAL

DE

QUIMICA EXPERIMENTAL

POR

GUILLERMO PATTERSON JR., CH. E., PH. D.
Ex-profesor de Química-Física y Electroquímica en la Universidad de Notre Dame,
Notre Dame, Indiana, U. S. A., Profesor de Química en el Instituto Nacional
y en la Escuela Normal de Institutoras de Panamá

EDICION OFICIAL

PANAMA
IMPRENTA NACIONAL
1920

Digitized by the Internet Archive
in 2017 with funding from
University of Illinois Urbana-Champaign Alternates

https://archive.org/details/manualdequimicae00patt

542
P27m

PARTE PERTINENTE

de la Resolución por la cual se adopta esta obra como libro de texto en las escuelas secundarias de la República.

República de Panamá.—Poder Ejecutivo Nacional.—Secretaría de Instrucción Pública.—Sección Segunda.—Número 15.—Panamá, 15 de Junio de 1920.

. . . .

. . . .

En vista del concepto favorable del Consejo Técnico del Ramo y teniendo en cuenta que en la actualidad no existe ninguna obra escrita en Castellano que llene los requisitos que para la enseñanza de la Química Experimental se requieren en las escuelas secundarias de la República,

SE RESUELVE:

Adoptar como texto oficial para la enseñanza de la Química Experimental en los planteles de enseñanza secundaria, la obra del Doctor Guillermo Patterson Jr.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

E. T. LEFEVRE,
Presidente de la República.

JEPTHA B. DUNCAN,
Secretario de Instrucción Pública.

10 Dec 29.

507294

OBRAS CIENTIFICAS DEL DR. PATTERSON

PUBLICADAS

A new method for the determination of Lead (1911).

A new method for the electrolytic separation of Lead from Copper (1911).

Experimental Chemistry (1911).

(En colaboración con el Prof. J. A. Maguire de la Universidad de Notre Dame, Notre Dame, Indiana, EE. UU.)

A new Explosive–Antimony tetrasulphide (1912).

The Rapid Analysis of Alloys (1912).

La destilación de la madera (1918).

(Premiada con primer premio en el concurso del Instituto Nacional de Panamá.)

Química Experimental (1920).

EN PRENSA

Nociones de Química.

EN PREPARACION

La Vida desde el punto de vista químico.

PREFACIO

Presento hoy al público este modesto trabajo convencido de que viene a llenar un vacío o, mejor dicho, parte del vacío que existe en la enseñanza de la Química en la República de Panamá. Digo que sólo llena parte de ese vacío porque, como el título lo dice, es sólo una guía que indica al alumno cómo debe proceder para llevar a cabo los experimentos del curso de laboratorio o de Química Experimental que acompaña al curso teórico. Es un MANUAL DEL LABORATORIO PARA LA QUÍMICA EXPERIMENTAL. El libro correspondiente de teoría que he titulado NOCIONES DE QUÍMICA, verá la luz pública en breve, y juntos servirán para la enseñanza de la Química en nuestras encuelas secundarias, pues he tenido especial cuidado, aun con sacrificio de mis propias ideas sobre la división de la materia, de seguir los programas oficiales tanto en el texto teórico como en el Manual del Laboratorio.

El objeto único del presente Manual es economizarle al alumno el tiempo que gastaría en copiar los experimentos que ha de llevar a cabo y economizarle al Profesor el tiempo que gastaría en dictárselos, tiempo que puede aprovecharse en hacer el experimento mismo.

De este modo será posible hacer mayor número de ellos y se aliviará grandemente la tarea del Profesor.

Las hojas en blanco que alternan con las impresas sirven para que el alumno anote inmediatamente sus observaciones y bosqueje los aparatos, todo lo cual lo inducirá a presentar en debida forma su cuaderno de experimentos. En este cuaderno contestará él todas las preguntas del cuestionario socrático de cada experimento, dibujará los aparatos construídos por él y escribirá las ecuaciones correspondientes.

El método técnico-socrático que he usado en este manual está ya demasiado generalizado en Europa y en América y sus magníficos resultados son hoy tan conocidos de todos los Profesores que estaría demás todo lo que yo dijera respecto de él. Sabido es que va desprovisto de toda teoría para obligar al alumno a descubrir hasta donde le sea posible las cosas por sí mismo, y para cultivar su espíritu de observación.

Cada período de laboratorio debe ser de dos horas.

Antes de comenzar el curso experimental el Profesor debe dictar una conferencia sobre manipulación de aparatos y hacer una demostración de las más importantes de las contenidas en la introducción de este libro.

Las conferencias sobre la teoría y las asignaciones en el texto Nociones de Química deben graduarse de tal modo que no se adelanten ni se atrasen con respecto de los experimentos que lleve a cabo el alumno, pues la teoría en el texto NOCIONES DE QUÍMICA y los experimentos en el MANUAL DE QUÍMICA EXPERIMENTAL obedecen a un plan armónico.

No se crea por lo que antecede que estos libros son pura y únicamente de utilidad local. En ambos hay bastante donde escoger y cualquier Profesor de habla española puede utilizarlos ventajosamente para la enseñanza racional de la Química en cualquiera de las Repúblicas hermanas de América.

Panamá, Junio de 1920.

GUILLERMO PATTERSON JR.

◆

INTRODUCCION

Símbolos.—Así como cada persona tiene su nombre, cada *elemento* tiene el suyo. Los nombres de los elementos se expresan por medio de símbolos. El símbolo representa un elemento y nunca un compuesto. El símbolo del metaloide Cloro es Cl; pero este símbolo representa no sólo el nombre sino la cantidad del metaloide. Cl significa un átomo de cloro. Si queremos escribir más de un átomo, es preciso expresarlo así. 2Cl,3Cl, etc. representan 2 átomos de Cloro y 3 átomos de Cloro respectivamente. Hay más todavía: 2Cl significa 2 átomos libres de Cloro; si queremos expresar que están en combinación es preciso usar el número como exponente después del símbolo y no como coeficiente según aparece arriba. $BaCl_2$ significa que hay 2 átomos de Cloro en combinación con uno de Bario. $FeCl_3$ significa que hay 3 átomos de Cloro en combinación con uno de hierro.

Fórmulas.—Los símbolos se juntan para representar los compuestos formados por la unión de los elementos que ellos representan. Estas reuniones de símbolos se llaman fórmulas. La fórmula expresa no sólo los elementos que entran en el compuesto sino la cantidad necesaria de cada uno. $BaCl_2$ es la fórmula para el compuesto Cloruro de bario. $BaCl_2$ representa una molécula de Cloruro de Bario. $2BaCl_2$ representa dos moléculas. $3BaCl_2$ representa tres y así sucesivamente.

Peso atómico.—Los Elementos tienen varias propiedades características. Una de ellas es su *peso atómico.* La unidad de peso atómico es el elemento Hidrógeno También se toma como más exacto el del Oxígeno igual a 16. En ese caso el peso del hidrógeno es 1.008. Para los cálculos de los experimentos de este manual bastan los pesos atómicos aproximados, según la tabla que sigue.

ELEMENTOS PRINCIPALES

METALES

Nombre	Símbolo	Peso atómico aproximado	Valencia común
Aluminio	Al	27.6	3
Bario	Ba	137	2
Bismuto	Bi	208	3
Cadmio	Cd	112	2
Calcio	Ca	40	2
Cobalto	Co	59	2
Cobre	Cu	63.6	2
Cromo	Cr	52	2
Estaño	Sn	119	2,4
Estroncio	Sr	88	2
Hidrógeno	H	1	1
Hierro	Fe	56	2,3
Sodio	Na	23	1
Litio	Li	7	1
Manganeso	Mn	55	2
Magnesio	Mg	24	2
Mercurio	Hg	200	1,2
Níquel	Ni	59	2
Oro	Au	197	1,3
Plata	Ag	108	1
Platino	Pt	195	2,4
Plomo	Pb	207	1,2
Potasio	K	140	1
Zinc	Zn	65	2

METALOIDES

Nombre	Símbolo	Peso atómico aproximado	Valencia común
Antimonio	Sb	120	2
Arsénico	As	75	3
Azufre	S	32	2
Boro	B	11	2
Bromo	Br	80	1
Carbono	C	12	4
Cloro	Cl	35	1
Fósforo	P	31	3
Nitrógeno	N	14	3,5
Oxígeno	O	16	2
Silicio	Si	28	2
Iodo	I	127	1

Radicales.—Se llama radical el grupo de elementos que actúa como uno solo. No son todos los elementos los que pueden formar grupos de esta clase. Generalmente los radicales son derivados de ácidos; pero también hay radicales orgánicos que se derivan de los carburos. CO_3, SO_4, son radicales derivados de ácidos. C_2H_5, llamado etilo, se deriva del carburo Etano, C_2H_6; OH, llamado exhidrilo, se deriva del tipo básico agua, H_2O. Los radicales tienen valencias lo mismo que los átomos.

RADICALES PRINCIPALES

Radical	Nombre	Origen	Valencia
OH	Oxhidrilo	HOH	1
SO_3	Radical sulfuroso	H_2SO_3	2
SO_4	" sulfúrico	H_2SO_4	2
CO_3	" carbónico	H_2CO_3	2
NO_2	" nitroso	HNO_2	1
NO_3	" nítrico	HNO_3	1
MnO_4	" mangánico	$HMnO_4$	1
Cr_2O_7	" crómico	$H_2Cr_2O_7$	2
PO_4	" fosfórico	H_3PO_4	3
$C_2H_3O_2$	" acético	$HC_2H_3O_2$	1
CN	" cianhídrico	HCN	1

Limpieza.—El estudiante de química que no desee fracasar debe ser aseado y cuidadoso. En los experimentos se tratan cantidades tan pequeñas de algunas sustancias que pueden neutralizarse completamente con el sucio de un vaso o reaccionar de tal modo que se dañe por completo el experimento. La única manera de evitar semejante contratiempo es lavar muy bien cada aparato apenas se ha terminado de usarlo. Jamás debe quedarse sucio un aparato. Naturalmente, es igualmente peligroso para la suerte del experimento el descuido por parte del alumno, pues si llega a caer dentro de una solución alguna materia extraña, se daña todo. Si no se calientan las vasijas como es debido, se rompen.

Si el alumno no se lava las manos o coje con la mano sustancias que no debe tocar, puede dañar sus soluciones. Cada alumno debe tener el mayor cuidado de que una persona inteligente es capaz, cuando está ejecutando un experimento. Debe lavar cada aparato y lavarse las manos cada vez que sea necesario. En el laboratorio hay sólo dos cosas que no deben economizarse; jabón y toallas.

Para cuidar de sus vestidos debe el alumno usar un delantal todo el tiempo que esté en el laboratorio. Los aparatos se lavan mejor con jabón sapolio o Bon-amí y se secan más fácilmente con toallas lisas.

La lámpara Bunsen.—En casi todos los laboratorios del mundo se usa gas como combustible. El quemador de gas Bunsen es el más popular. Se conecta con el surtidor de gas por medio de un tubo o manguera de caucho de un cuarto de pulgada de diámetro. Cuando se abre la llave del gas, la corriente aspira aire por los orificios laterales del tubo y esta mezcla arde en la boca del tubo con una llama azul o incolora. Esta llama es sumamente caliente y no deposita negro humo porque el oxígeno del aire es suficiente para combinarse con todo el carbón del gas, con el cual forma anhidrido carbónico. Si se cierran los orificios que dan entrada al aire, la llama deja de ser incolora y se convierte en luminosa y entonces sí deposita negro humo—que es una forma del carbón—sobre una superficie cualquiera como la de una vasija de porcelana.

Para encender la lámpara.—Abrase enteramente la llave del surtidor de gas y aplíquese un fósforo encendido a unos cinco centímetros más arriba de la boca del tubo. Después de encendida puede graduarse la llama según convenga. Si úno desea reducir la cantidad de aire o aumentarla, puede hacerlo a voluntad cerrando o abriendo los orificios por donde entra, usando para ello el anillo que está al pie del tubo de la lámpara.

La llama incolora de tres pulgadas es la que se usa generalmente en los experimentos. Esta llama se conoce con el nombre de «La llama Bunsen».

◆

Experimento I

La llama luminosa y la llama incolora

Aparatos: Vasija de evaporar, lámpara de Bunsen.
Materiales: Agua, varilla de vidrio.

a) Llene de agua una cápsula de porcelana y sosténgala en la llama luminosa de la lámpara. Por qué no se usa vacía la vasija? Observe el resultado.

b) Repita el experimento usando la llama incolora. Explique los resultados.

c) Sostenga una varilla de vidrio en la llama luminosa hasta que esté negra. Abra ahora los orificios del aire y convierta la llama en azul sin quitar la varilla de ella. Observe durante algunos minutos lo que sucede. Qué se hizo el depósito? Explique por qué desapareció.

Experimento II

La lámpara Bunsen

Aparatos: Una lámpara de Bunsen.
Materiales: Papel y lápiz.

a) Examine cuidadosamente una lámpara o quemador de Bunsen. Dibújelo en su cuaderno.

b) Desármelo y observe cuidadosamente cada una de sus partes, dibújelas por separado y numérelas. Para qué sirve la número 1? Explique el oficio de cada una y el funcionamiento de todas en conjunto.

La llama.— Toda llama está formada de dos conos conocidos con los nombres de *llama oxidante* y *llama reductora.* La llama de una vela es la que mejor presenta a la vista estos dos conos. La llama bunsen no es excepción de la regla, por lo que debemos estudiarla, también, desde el punto de vista de su poder para dar oxígeno o para tomarlo. Cuando da oxígeno oxida las sustancias con las cuales llega a estar en contacto. Para que esto suceda, es necesario, naturalmente, que haya más oxígeno en la llama o cono del necesario para combinarse con el material combustible que forma ese cono. El exceso de oxígeno, ayudado por el calor de toda la llama, se combina rápidamente con la sustancia, mejor dicho, la oxida rápidamente.

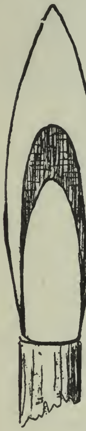

Figura 1

Con el otro cono pasa justamente lo contrario. Lo que hay en exceso en ese cono es carbón sin oxidar y por eso extrae, gracias al calor de toda la llama, el oxígeno que contiene en combinación la sustancia con que está en contacto. Es decir, la reduce a un estado más simple apoderándose de todo o parte del oxígeno que contenía. Véase la figura 1.

Experimento III

Llama oxidante y llama reductora

Aparatos: Lámpara Bunsen, alambre de platino con la punta doblada en forma de un pequeño gancho.

Materiales: Bórax, $Na_2B_4O_7$, soluciones de sales de cobre, $CuSO_4$, cobalto, $Co(NO_3)_2$ y manganeso, $MnSO_4$.

a) Caliente el alambre de platino en la llama. Llene el gancho del alambre de bórax y caliéntelo otra vez hasta que obtenga una cuenta o perla cristalina. Moje la cuenta en una solución de nitrato o cloruro de cobalto. Caliéntela en la llama oxidante—el cono exterior—durante algunos minutos. Déjela enfriar y note el color. Este se ve mejor sobre un fondo blanco; una hoja de papel, por ejemplo. Ahora caliente la cuenta otra vez hasta que esté enteramente derretida, en la llama reductora—el cono interior—y observe el color de la cuenta cuando se haya enfriado. Caliéntela más y compare los colores.

b) Repita el experimento usando sulfato de cobre.

c) Repita el experimento usando sulfato de manganeso

De qué elementos consta la sustancia que le da color a la cuenta en cada caso? Haga un cuadro de los resultados obtenidos y derive sus conclusiones de este experimento.

Modo de trabajar el vidrio.—El estudiante puede construír muchos de los aparatos que se necesitan en el laboratorio, para lo cual debe seguir las instrucciones verbales del Profesor; para poderlas seguir, sin embargo, debe tener ciertos conocimientos generales. Una de las cosas que debe saber es cortar, doblar, redondear, enangostar y cerrar el vidrio.

Para cortar un tubo de vidrio debe usarse una lima triangular, la cual se colocará sobre el banco con el mango hacia el operador. Tómese ahora el tubo con ambas manos del modo indicado en la figura 2, de manera que no queden más de dos centímetros entre los dedos pulgares. Comprímase el tubo contra el filo de la lima, hálese rápidamente hacia úno y en seguida disminúyase el espacio entre los dedos pulgares y quiébrese el tubo o varilla (fig. 3). La fractura será pareja o casi pareja.

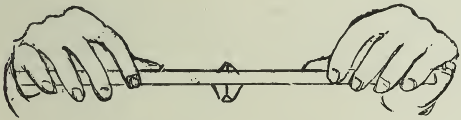

Figura 2

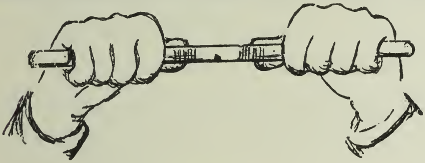

Figura 3

Explicación.—Todo en este mundo tiene su explicación científica: su razón de ser. A veces el hombre no conoce ese *por qué* y se pierde en divagaciones y conjeturas; pero afortunadamente el adelanto de las ciencias va descorriendo el velo misterioso que ha dado apariencias sobrenaturales a muchas de las cosas más naturales y comunes de la vida. Hasta este método de conseguir una fractura a nuestra voluntad tiene su explicación científica.

El roce violento no sólo causa una incisión en el tubo o en la varilla, sino que desarrolla cierta cantidad de calor en ese lado del tubo (o varilla) lo que perturba las meléculas inmediatas del vidrio de tal modo que todas se inclinan a ceder. Hay, pues, una diferencia de temperatura entre la parte de arriba y la parte de abajo del tubo en esa zona, la que causa una diferencia en el coeficiente de expansión y facilita la ruptura si no la causa de hecho. Esta perturbación o expansión parcial sólo dura unos instantes porque el calor se trasmite a las moléculas inmediatas y una vez que la temperatura es toda igual en esa zona, el vidrio queda casi en las mismas condiciones que antes de marcarlo con la lima.

Por eso es por lo que debe romperse inmediatamente después de separarlo de la lima. Si ha pasado más de un segundo, es conveniente soplar el aliento caliente sobre la marca que ha dejado la lima y quebrarlo en seguida.

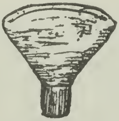

Figura 4

Para doblar tubos se usa un accesorio llamado cola de paloma comunmente por su forma (fig. 4). Esta cola se engancha en la boca del tubo del quemador Bunsen y entonces se hace la llama luminosa. Se pasa rápidamente por esta llama la parte del tubo que se desea doblar. Poco a poco se disminuye esta rapidez, hasta que al cabo de uno o dos minutos se mantiene constantemente sobre la llama; pero debe dársele vuelta al tubo entre los dedos de modo que reciba el calor a todo el rededor. Cuando el tubo tiene unas dos terceras partes cubiertas de negro humo, convierta en incolora la llama y continúe dándole al tubo el movimiento de rotación que le impartía, hasta que esté enteramente suave (fig. 5) Entonces, si se desea doblar el tubo en ángulo recto, afirme la mano izquierda en el banco y con la derecha baje la otra punta del tubo hasta el ángulo deseado (fig. 6). Si se desea doblar el tubo en ángulo agudo, entonces afirme ambos codos o antebrazos sobre el banco y empuje hacia ellas ambas puntas del tubo (fig. 7). De ese modo se consigue una curva conveniente, bonita y fácil de limpiar. Las que no reunen estas condiciones son inservibles. (Fig. 8).

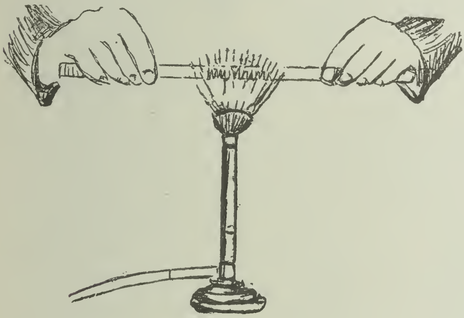

Figura 5

Explicación.—Si el tubo se pone de improviso en la llama se calienta rápidamente y la diferencia en expansión hará que se rompa. Por eso es conveniente no sólo pasarlo por la llama algún tiempo antes de sostenerlo en ella sino cubrirlo de carbón para que resista la fuerza de la llama Bunsen que, como se ha dicho antes, es sumamente caliente. Si no se le da un movimiento rotatorio sucede lo mismo. Es preciso calentar igualmente toda la porción por donde se desea doblar el tubo, pues mientras exista diferencia de temperatura hay diferencia en el coeficiente de expansión y mientras este coeficiente sea diferente hay la probabilidad de una ruptura del vidrio. Para que la curva sea amplia y redonda, es preciso calentar una porción mayor de la que va a ocupar la curva misma, pues si el vidrio no está suave no cede.

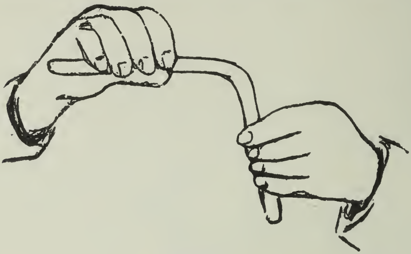

Figura 6

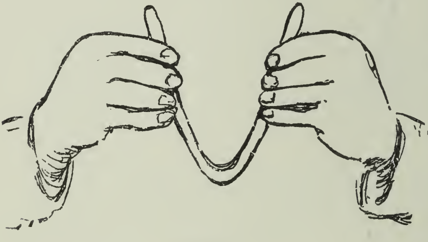

Figura 7

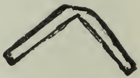

Figura 8

Para enangostar un tubo, caliéntese un poco menos que cuando se va a doblar y cuando esté suave, tírese de sus dos extremos en línea recta. El tubo debe quedar de modo que el conducto no se obstruya (Fig. 9) y debe sostenerse en posición recta hasta que se enfríe para que no se doble con su peso.

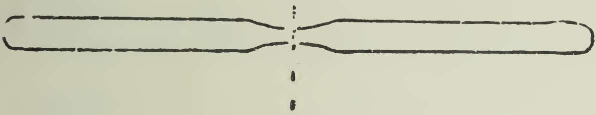

Figura 9

Para redondear las puntas de una varilla o de un tubo cortado, caliéntese primero la punta en la llama luminosa como se ha indicado y después en la llama incolora. Cuando la punta esté derretida téngase cuidado de sostenerlo en una posición que no le permita doblarse. Cuando esté enteramente redonda la punta, déjese enfriar. En el curso de estos experimentos se necesitarán varias varillas de vidrio de cinco pulgadas de largo con las puntas redondeadas. Si se corta un pedacito de tubo de caucho de una pulgada de largo que tenga el diámetro de la varilla y se inserta ésta en él antes de que se haya enfriado enteramente (Fig. 10) se tendrá lo que se llama comunmente *un policial.* El calor de la varilla derrite la capa adyacente del caucho y hace que éste se adhiera fuertemente al vidrio.

Para cerrar un tubo de vidrio se procede como en el caso anterior sólo que se deja en la llama el tiempo suficiente para que el agujero del tubo quede enteramente cerrado.

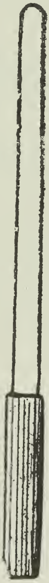

Figura 10

Para emparejar una vasija de vidrio cualquiera que se haya roto accidentalmente, un frasco cónico, por ejemplo, basta hacer una pequeña incisión con una lima y aplicar repetidas veces una varilla de vidrio caliente dos o tres milímitros adelante de la incisión o rajadura anterior. El vidrio seguirá rompiéndose en la dirección en que se aplique la varilla caliente.

Explicación.—Este caso es idéntico a otros anteriores. La diferencia de coeficiente de expansión es la que causa la ruptura del vidrio la cual va por el lugar donde se crea esa diferencia.

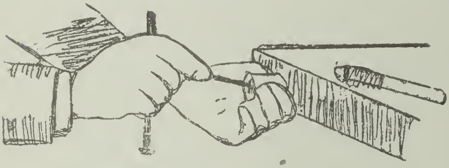

Figura 11

Para hacer agujeros a los tapones de corcho o de caucho existen aparatos especiales; pero es conveniente saberlos usar para que el resultado sea siempre satisfactorio. El tapón debe afirmarse muy bien contra el banco y sostenerse en posición perpendicular a él con la mano izquierda (Fig. 11) mientras que con la derecha se le da un movimiento rotatorio al cortador al mismo tiempo que se ejerce presión sobre él. Este movimiento debe ser lento, pues de otro modo se torcerá el curso del perforador o se reventará la boca del agujero. Cuando el perforador ha marcado su salida en el lado de abajo puede comprimirse el tapón sobre una superficie de madera suave o si no sacarse enteramente el cortador y aplicarse por el lado contrario. El diámetro del agujero debe ser de acuerdo con el tubo de vidrio que se va a usar, es decir, igual o apenas más pequeño.

Experimento IV

Modo de construír una botella de lavar precipitados

Aparatos: Lima triangular, perforador, lámpara, cola de paloma.

Materiales: Tubos de vidrio, tapón de caucho, un matraz, tubo de caucho.

La botella de lavar se usa para tener a mano agua destilada y lavar los precipitados que quedan en el papel de filtro o en el vaso químico.

Examine cuidadosamente la botella de lavar que le presente de modelo el Profesor. Perfore el tapón si no tiene hoyos. Corte un pedazo de tubo de vidrio de modo que una vez doblado quede la curva a dos pulgadas (5cm.) del tapón cuando el otro extremo toque el fondo del matraz. Doble el tubo a un ángulo de 60° y doble la punta de abajo hacia el mismo lado a un ángulo de 170° con una curva amplia. Corte el tubo en el punto (a) (Fig. 12) a unas dos pulgadas (5cm.) de la curva y redondee los bordes de ambas puntas. Déjelo enfriar. Mien-

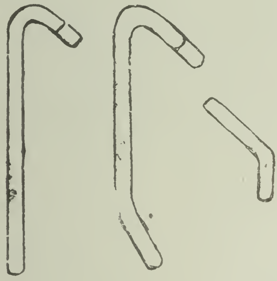

Figura 12

tras se enfría este tubo, doble otro tubo a un ángulo que sea suplementario del de la primera curva (120°). Este último debe tener un lado del ángulo más largo que el otro. El más corto entrará en el tapón y no pasará más de ¼ de pulgada. Inserte ambos tubos en el tapón cuando estén fríos. El lado de arriba del tubo de soplar debe estar en línea recta con el tubo de salida (Fig. 13). Enangoste ahora un tubo; corte y redondee un émbolo de cuatro centímetros poco más o menos. Corte un pedazo de manguera de caucho de unos 6 centímetros (1 ½ pulgadas) de un diámetro conveniente. Caliente la parte gruesa del pistón y la punta de la curva e insértelos en la manguera (Fig. 13) hasta que tope uno con el otro y déjelos enfriar. Eche agua destilada en la botella hasta las dos terceras partes solamente y úsela como le indique el profesor.

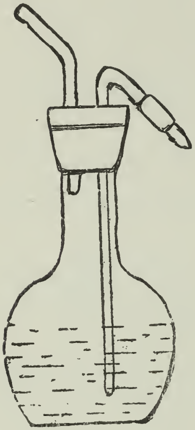

Figura 13

Calentar un tubo de ensayo es muy sencillo si se observan las reglas siguientes:

1. El tubo debe estar limpio y seco por fuera.

2. El tubo debe calentarse gradualmente; el fuego repentino lo rompería.

3. El tubo debe agitarse constantemente; el fuego fijo calentaría más una zona que el resto del tubo y lo rompería.

Lo que se dice de un tubo de prueba concierne, también, a todos los aparatos de vidrio o de porcelana que se usan en el laboratorio. Para poder cumplir con las dos últimas condiciones, cuando se trata de un tubo, debe sostenerse éste con unas pinzas de tubo o con un papel doblado con el cual se le rodea (Fig. 14) y debe agitarse sobre la llama. Si es un vaso o una cápsula lo que se desea calentar, se calantará sobre un cuadrado de tela metálica o de asbesto y se pasará la lámpara Bunsen por debajo, despacio, con un movimiento rotatorio.

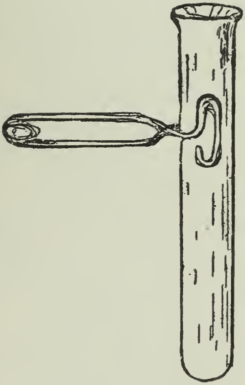

Figura 14

Para agitar un tubo es conveniente sostenerlo cerca de la boca entre el índice y el pulgar de la mano izquierda y darle golpecitos iguales, abajo, siempre del mismo lado, con el índice de la mano derecha.

Para hervir un líquido en un vaso químico es conveniente dejarle dentro una varilla de vidrio. De esa manera no salpicará ni saltará el vaso fuera del trípode.

Explicaciones.—Se usa una varilla de vidrio y no un tubo de vidrio porque la acción capilar del tubo hace que el líquido suba por dentro del tubo y a la menor presión de los gases desarrollados salta por la extremidad superior de ésta como disparado por un rifle de aire. Las vasijas del laboratorio son hechas de vidrio o de porcelana finos y de espesor uniforme por lo que la acción del calor es rápida (hay poca resistencia); la llama que se usa en el laboratorio es sumamente fuerte; todos los líquidos contienen gases en solución; estos gases se desprenden del líquido en proporción directa del calor que éste recibe. Así, pues, en pocos segundos se desprende gran cantidad de gas que se encuentra prisionera por la presión atmosférica sobre el líquido y en su afán de salir repentinamente a la superficie causa una agitación general y violenta del líquido que no sólo lo puede hacer saltar fuera de la vasija sino que lo puede hacer saltar con vasija y todo fuera del sostén de hierro. Pero si le introducimos una superficie extraña que rompa la tensión acuosa y cree a su alrededor una corriente, estos gases se deslizarán en forma de burbujas a lo largo de esa superficie y no causarán más conmoción que la natural de la ebullición. Por eso se usa una varilla dentro del líquido.

El papel de filtro se usa para separar las partículas casi invisibles que flotan en un líquido o se encuentran en el fondo. Para usarlo es preciso doblarlo en cuatro formando un ángulo recto (Fig. 15) y se abre después de modo que quede un cono perfecto. Esto es, naturalmente, cuando se va a usar en un embudo de 45°. Si el embudo es de 60° entonces debe dársele al papel el segundo doblez de modo que quede un ángulo de 120° en vez de uno recto; así el cono tendrá 60°.

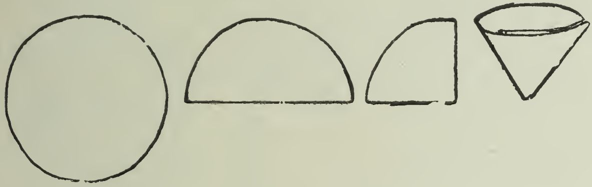

Figura 15

El aparato de filtrar (Fig. 16) consta de dos brazos con agujeros por los cuales se insertan tantos embudos cuantos sean necesarios de modo que la punta quede dentro de un vaso químico. El papel de filtro se ajusta al embudo y se moja con la botella de lavar precipitados. Si se notan burbujas de aire debajo del papel éstas deben deshacerse pegando el papel al vidrio con el dedo.

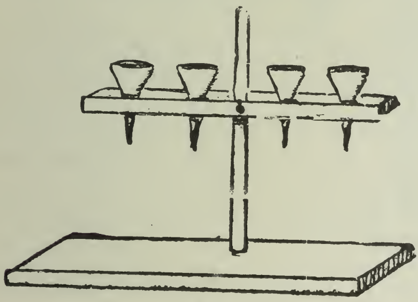

Figura 16

Explicación.— Si el papel queda separado del embudo por medio de burbujas de aire, éstas ejercen presión contra el papel y resistencia, por consiguiente, a la salida del líquido por entre los poros del papel y la acción chupadora que el tubo largo del embudo ejerce al crear una especie de vacío se encuentra contrarrestada. El resultado es que la filtración es sumamente lenta.

Precipitado es el conjunto de partículas sólidas que se hallan suspendidas en un líquido o en el fondo del vaso después de una reacción.

Licor madre es el conjunto de sustancias que se han juntado para producir un precipitado.

Filtrado es el líquido que pasa a través del filtro cuando el licor madre se echa en el embudo, en cuyo caso el precipitado queda en el embudo.

Para vaciar un líquido cualquiera en otra vasija o en un embudo no debe hacerse de pronto sino poco a poco y para evitar que se chorree por los bordes (Fig. 17), es preciso vaciarlo a lo largo de una varilla de vidrio (Fig. 18). El embudo no debe llenarse hasta el borde.

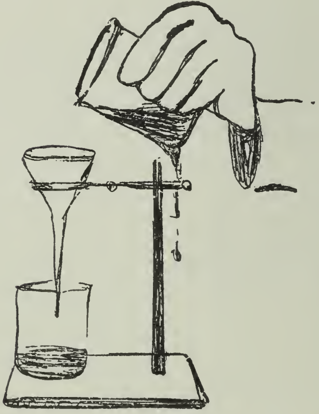

Figura 17

Explicaciones.—La superficie del agua tiene más cohesión que el resto y esto le da cierta elasticidad, cierta resistencia que se llama tensión acuosa. Esa parte que está más compacta por decirlo así, tiene la propensión de los sólidos y semi-sólidos a resbalar o deslizarse por las superficies y si le presentamos la superficie inclinada de una varilla de vidrio, el líquido la sigue invariablemente. Una vez que las primeras moléculas han trazado un camino, las demás siguen por él. Por eso mismo la punta del embudo debe tocar el lado del vaso.

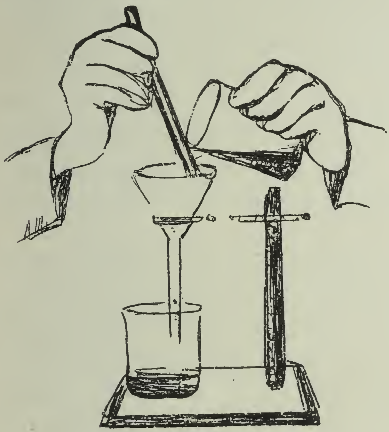

Figura 18

No debe llenarse el embudo hasta el borde porque el papel es poroso y absorve el líquido hasta hacer que se derrame, si no se deja el espacio suficiente para que esto no suceda.

Experimento V

Filtración

Aparatos: Aparato de filtrar, embudo, dos vasos químicos, botella de lavar, varilla de vidrio, lámpara, cuadrado de tela metálica.

Materiales: Papel de filtro, agua, H_2O, arena, SiO_2.

a). Eche una o dos onzas de arena en un vaso químico, cubra la arena de agua, revuélvala con una varilla de vidrio. Doble un papel de filtro y prepare un aparato de filtrar. Decante el contenido del vaso a través del filtro.

b). Proceda como en el experimento anterior; pero antes de filtrar el contenido del vaso hiérvalo durante cinco minutos. Para esta operación use la misma arena.

c). Proceda como en la parte (b) de este experimento; pero antes de filtrar, eche una tercera parte de ácido clorhídrico y siga hirviendo el contenido del vaso durante diez o quince minutos. Lave la arena que queda en el vaso (y la del filtro si hay) con agua caliente, usando para ello la botella de lavar precipitados.

Cuando la arena esté libre de ácido, échela toda en el filtro y abra éste sobre el banco para que se seque. Guarde la arena cuando esté seca.

El generador de gas.—(Fig. 19) consiste en tres partes que son: el generador propiamente dicho (a) la botella lavadora del gas (b) y la vasija pneumática (c). Esta última, sinembargo, no es necesaria cuando el gas es más pesado que el aire y se puede recojer por desalojamiento del aire en vez del desalojamiento del agua. Cuando no es esencial que el gas esté limpio, se puede prescindir de *la lavadora*. Cuando es más importante que el gas esté seco, se agrega un tubo U–secador al aparato. (Fig. 20). El aparato de la figura 19 demuestra la manera de recoger gases por medio del *desalojamiento del agua*, mientras que la figura 20 indica la manera de recojerlos por medio del *desalojamiento del aire*. La

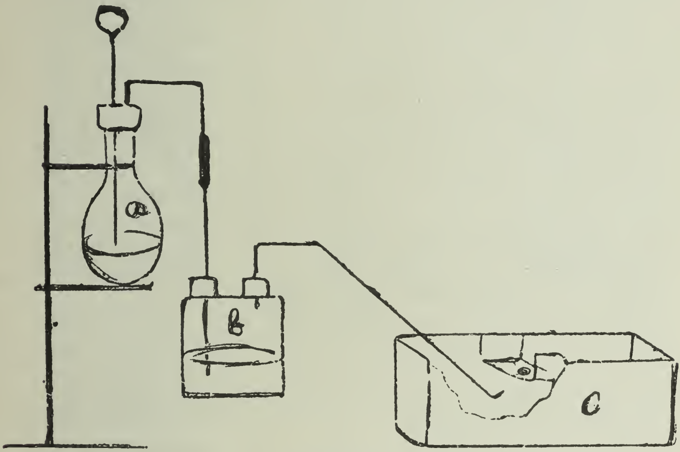

Figura 19

parte (c) es el U–secador. El generador propiamente dicho consta de un tubo de seguridad o tubo Thistle (1); una botella de Woulff o cualquiera otra (a); un tubo conductor (2) conectados todos por medio de tapones de acucho. La lavadora tiene dos tubos: el que viene del generador que llega hasta el fondo (2) y el otro que apenas sobresale del tapón (3). La vasija pneumática o lebrillo tiene un puente con agujeros, en uno de los cuales queda el extremo encorvado del tubo conductor que viene de la lavadora.

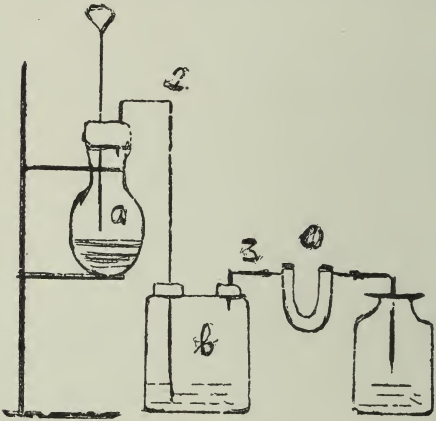

Figura 20

Para recojer el gas por el desalojamiento del agua, se llena una probeta o botella de agua hasta los bordes de la boca y se tapa con un cuadrado de vidrio corriéndolo de un lado a otro de la boca de modo que no quede ni una burbuja de aire. Se introduce en la vasija pneumática sin soltar el cuadrado de vidrio y se invierte dentro del agua. Se separa entonces el cuadrado de vidrio y se hace descansar sobre el puente, el cual debe estar cubierto por el agua de la vasija. Cuando la botella esté ya en su lugar, boca abajo sobre el puente, no debe contener ni una sola burbuja de aire. Aplíquese ahora la boca del tubo conductor al agujero y el gas subirá a través del agua de la botella y la desalojará, es decir, la obligará a salir gradualmente por la boca.

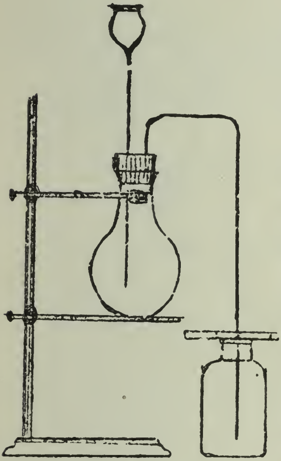

Figura 21

La primera botella de gas debe desecharse porque su contenido está contaminado con el aire que había en todo el aparato.

Para recoger el gas por el desalojamiento del aire, es necesario que aquél sea más pesado que éste. En este caso no se necesita vasija pneumática (Fig. 21) el tubo conductor que sale del lavador o del secador en vez de tener una curva hacia arriba, baja en ángulo recto y llega hasta el fondo del receptáculo. La botella se tapa con un cartón perforado por cuya perforación pasa el tubo conductor.

Para oler un gas o un líquido debe tenerse cuidado de no llenar de pronto los pulmones; lo más conveniente es acercar la naríz sólo a unas seis pulgadas de distancia de la boca de la vasija y soplar con la mano el gas hacia úno.

Para probar un líquido con la lengua debe sumergirse una varilla de vidrio en él, sacudirla y entonces tocarla cuidadosamente con la punta de la lengua.

Para introducir polvos en un tubo (Fig. 22) doble un papel largo y angosto a lo largo y eche en esa canal la sustancia; introdúzcalo cuidadosamente en el tubo y déle vuelta. El polvo caerá en el tubo; agite cuidadosamente el papel y sáquelo sin tocar el polvo.

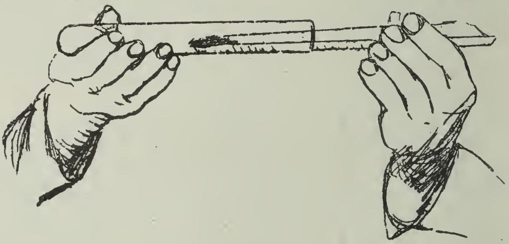

Figura 22

Para quitarle el fondo a una botella, escoja una cuyo material sea de un grueso uniforme. Amárrele flojamente un hilo de algodón en el lugar donde desea cortarla y mójelo con kerosene, dándole vuelta a la botella hasta que el hilo esté completamente saturado, sin que se moje la botella. Encienda el hilo en un punto y déle un movimiento de rotación lento a la botella para que la llama queme el hilo bien. Cuando se haya completado el círculo, introduzca de pronto la botella en una vasija de agua, lo que le hará partirse por donde se desea. Los bordes se redondearán con esmeril. Ambas partes de la botella son muy útiles en el laboratorio.

Para introducir un tubo de vidrio en un tubo de caucho corte el tubo de caucho en chaflán (Fig. 23), redondee en la lámpara los bordes de la punta del tubo de vidrio, cuando esté frío mójelos ambos y coloque el de vidrio en ángulo recto sobre el chaflán del de caucho. Empuje el de caucho cuidadosamente, abriendo el ángulo al mismo tiempo, y cuando esté montado sobre el otro déle vuelta hasta que éntre.

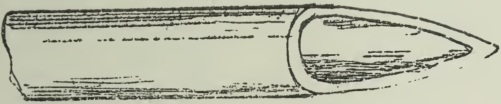

Figura 23

Para introducir un tubo de vidrio en un tapón, la maniobra es muy sencilla. Tome el tubo de vidrio (cuyos bordes han sido redondeados) a 1 ½ pulgadas de distancia de la punta, mójelo, éntre la punta en el agujero a un ángulo de más de noventa grados, enderece el tubo, es decir, aumente gradualmente el ángulo hasta 180° y déle un movimiento rotatorio al tapón con la otra mano, teniendo cuidado de que la palma de la mano no quede frente al agujero del tapón.

Para echar ácido en un tubo, tome el tapón de la botella entre los dedos mayor y anular, de la mano derecha y coja la botella con la misma mano (Fig. 24). Sostenga el tubo y la botella de modo que formen sus bocas un ángulo de más de noventa grados, para que el ácido corra a lo largo de las paredes del tubo. Los ácidos se echan gota a gota y en muy pequeña cantidad, para evitar las reacciones violentas.

La balanza común de dos brazos iguales es la que se usará en el laboratorio para llevar a cabo los experimentos de este Manual. Se asume que el alumno está familiarizado con la teoría y la manipulación de la balanza; pero se le recomienda que repase el capítulo respectivo en cualquier texto de física, el de Kleiber y Karsten, por ejemplo.

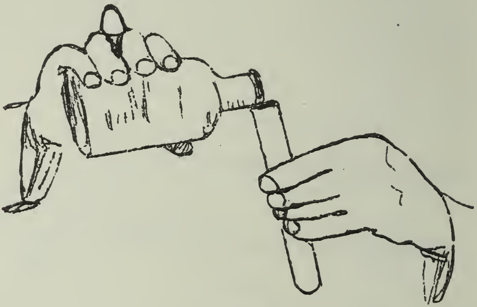

Figura 24

◆

El sistema métrico decimal es el que se usa en el mundo científico; pero es muy conveniente conocer sus equivalencias en el sistema inglés y vice versa. (1)

SISTEMA METRICO DECIMAL

LONGITUD	PESO	VOLUMEN	NOTACIÓN
Kilómetro....	Kilogramo...	Kilolitro.....	1000.
Hectómetro...	Hectogramo .	Hectolitro ...	100.
Decámetro....	Decagramo. .	Decalitro.....	10.
Metro	Gramo.......	Litro.... ...	1.
Decímetro....	Decigramo ...	Decilitro.....	0.1
Centímetro. ..	Centigramo..	Centilitro... .	0.01
Milímetro.. ..	Miligramo ...	Kilolitro.. ...	0.001

Los factores usados para las transformaciones o equivalencias son:

CUADRO DE TRANSFORMACIONES

PARA TRANSFORMAR	MULTIPLIQUE POR
Pulgadas en centímetros........................	2.54
Centímetros en Pulgadas........................	0.3937
Pulgadas cúbicas en centímetros cúbicos......	16.387
Centímetros cúbicos en pulgadas cúbicas.......	0.61
Onzas en gramos................................	28.35
Gramos en onzas................................	0.0353

Las equivalencias más usadas para longitud, volumen y peso son las que aparecen en los cuadros siguientes:

---

(1) Los cuadros que siguen han sido traducidos del texto "Experimental Chemistry" de los Profesores J. A. Maguire y G. Patterson Jr. que se usa en la Universidad de Notre Dame, Notre Dame, Indiana, U. S. A.

EQUIVALENCIAS DE LONGITUD

10 milímetros	=	1 centímetro	=	0.3937	pulgadas
10 centímetros	=	1 decímetro	=	3.9370	pulgadas
10 decímetros	=	1 metro	=	3.28	pies
10 metros	=	1 decámetro	=	32.8	pies
10 decámetros	=	1 hectómetro	=	328.	pies
10 hectómetros	=	1 kilómetro	=	3280.	pies
10 kilómetros	=	1 miriámetro	=	6.2137	millas
		1 yarda	=	0.9144	metros
		1 pulgada	=	25.4	milímetros

EQUIVALENCIAS DE VOLUMEN

10 mililitros	=	1 centilitro	=	0.3376	onza fl.	=	0.0211 pnt.
10 centilitros	=	1 decilitro	=	3.376	onza fl.	=	0.2113 pnt.
10 decilitros	=	1 litro	=	1.0567	quarto.	=	3.81 onzas
10 litros	=	1 decalitro	=	2.6417	galones		
10 decalitros	=	1 hectolitro	=	26.417	galones		
10 hectolitros	=	1 kilolitro	=	264.17	galones		
10 kilolitros	=	1 mirialitro	=	2641.7	galones		
		1 galón	=	3785.3	centímetros cúbicos		
		1 galón Imp.	=	4543.5	cc.		
		1 mínimo	=	0.06	cc.		
		1 drachma fl.	=	3.70	cc.		
		1 onza fluida	=	29.57	cc.		
		1 litro	=	1000.	cc.		

EQUIVALENCIAS DE PESO

10 miligramos	=	1 centigramo	=	0.15432	granos avoirdupois
10 centigramos	=	1 decigramo	=	1.5432	granos avoirdupois
10 decigramos	=	1 gramo	=	15.432	granos avoirdupois
10 gramos	=	1 decagramo	=	0.3527	onzas avoirdupois
10 decagramos	=	1 hectogramo	=	3.527	onzas avoirdupois
10 hectogramos	=	1 kilogramo	=	2.2046	libras avoirdupois
10 kilogramos	=	1 miriagramo	=	22.046	libras avoirdupois
		1 grano Troy	=	0.0648	gramos
		1 drach. Troy	=	3.888	gramos
		1 onza Troy	=	31.103	gramos
		1 onza avoir.	=	28.350	gramos
		1 libra avoir.	=	453.592	gramos

La tensión acuosa se expresa en milímetros y varía con la temperatura.

CUADRO DE TENSION ACUOSA (Regnault)

t	mm	t	m m	t	m m	t	m m
10.0	9.17	16.0	13.54	22.0	19.66	28.0	28 10
10.5	9.47	16.5	13.97	22.5	20.27	28.5	28.93
11.0	9.79	17.0	14.42	23.0	20.89	29.0	29.78
11,5	10.12	17,5	14.88	23.5	21,53	29.5	30.65
12.0	10.46	18.0	15.36	24.0	22.18	30.0	31.55
12.5	10.80	18.5	15,85	24.5	22.86	30.5	32.46
13.0	11.16	19.0	16.35	25 0	23.55	31.0	33 41
13.5	11.53	19.5	16.86	25.5	24.26	31.5	34.37
14.0	11.91	20.0	17.39	26.0	24,99	32.0	35.36
14.5	12.30	20.5	17.94	26.5	25.74	32.5	36.37
15.0	12.70	21.0	18.50	27.0	26.51	33.0	37.41
15,5	13.11	21.5	19.07	27.5	27.29	33.5	38,47

TRANSFORMACION DE GRADOS

De Fahrenheit a Centígrado	De Centígrado a Fahrenheit
$°C = \dfrac{°F - 32}{1.8}$	$°F = (°C \times 1.8) + 32$
o también	o también
$°C = \dfrac{5\,(°F - 32)}{9}$	$°F = \dfrac{9 \times °C}{5} + 32$

Fórmula para reducir el volumen de los gases al equivalente a 0°C. y 760 milímetros de presión, o sea, a temperatura y presión normales.

$$V = \frac{V'\,(P'-a)}{760\,(1 + .00366t)}$$

V: volumen corregido; V': volumen observado; P': presión observada; t: temperatura observada en grados C; a: tensión acuosa a t° C.

PESO DE UN LITRO DE GAS A 0°. C Y 760 mm

NOMBRE DEL GAS	PESO EN GRAMOS	NOMBRE DEL GAS	PESO EN GRAMOS
Aire	1.293	Hidrógeno	0.0896
Amoníaco	0.77	Monóxido de Carbono	1.251
Anhidrido sulfuroso	2.869	Nitrógeno	1.256
Anhidrido carbónico	1.977	Oxígeno	1.429
Acido clorhídrico	1.61	Sulfuro de hidrógeno	1.542
Cloro	3.18	Vapor de agua	0.806

◆

CAMBIOS FISICOS Y CAMBIOS QUIMICOS

Experimento VI

Acción del calor sobre los metales

Aparatos: **Lámpara, pinzas.**
Materiales: **Alambre de platino, Pt, alambre de cobre, Cu, cinta de magnesio, Mg.**

a) *Platino.* Examine un alambre de platino y note sus propiedades como color, lustre, flexibilidad, etc. Ponga el alambre en la llama de una lámpara durante un minuto. Qué cambio observa Ud? Separe el alambre de la llama y cuando esté frío compare sus propiedades con las que había notado antes. Ha habido algún cambio permanente en sus propiedades? Qué clase de cambio ha sufrido bajo la influencia del calor?

b) *Cobre.* Examine un pedazo de alambre de cobre y note sus propiedades físicas. Sosténgalo en una llama con la ayuda de unas pinzas durante algunos minutos. Doble el alambre con cuidado y examine la costra negra que se ha formado. Será negro humo de la lámpara? Se formó esta costra en el alambre de platino? Explique la presencia de esta costra. Tiene esta costra las propiedades del cobre? Será cobre? Qué clase de cambio ha sufrido el cobre bajo la influencia del calor?

c) *Magnesio.* Examine un pedazo de cinta de magnesio y note sus propiedades físicas. Sosténgalo unos instantes en una llama por medio de unas pinzas y sepárelo rápidamente. Qué sucede? Recoja y examine el producto. Compare las propiedades de este producto con las del magnesio. Será ceniza? Será magnesio? Será cal? Qué clase de cambio ha sufrido el magnesio bajo la influencia del calor?.

Haga un examen general de los resultados de este experimento y derive sus conclusiones respecto del efecto del fuego sobre los metales.

Experimento VII

Acción del fuego sobre los compuestos

Aparatos: Tubo de prueba, vasija de evaporar, lámpara.
Materiales: Azúcar, $C_{12}H_{22}O_{11}$ y cloruro de amonio, NH_4Cl.

a) Caliente un poquito de azúcar, poco a poco, en un tubo de prueba y note cuidadosamente todos los cambios que tienen lugar. Qué sale por la boca del tubo? Ponga cerca de la boca del tubo una vasija de evaporar llena de agua fría pero bien seca por fuera, de modo que esté en contacto con el humo que sale de él. Qué es lo que se deposita sobre la superficie fría? Siga calentando el azúcar unos minutos. Es el residuo que hay en el tubo lo mismo que el azúcar? Será miel? Qué es? Qué clase de cambio ha sufrido este compuesto bajo la influencia del fuego? Qué clase de cambio sufre el agua cuando se transforma en vapor?

b) Caliente un poquito de cloruro de amonio en una vasija de evaporar cubierta con un embudo, después

de haberlo observado cuidadosamente. Qué sucede? Sostenga el embudo por la parte angosta por medio de un sostén de hierro. Siga calentando la vasija. Observe el depósito que se ha formado en la parte fría del embudo. Es lo mismo que la sustancia con que se comenzó? Qué clase de cambio es éste?

Son los cambios en (a) y (b) lo mismo? Compare estos resultados y deduzca sus conclusiones respecto del efecto del fuego sobre los compuestos.

Experimento VIII

Acción del fuego sobre los compuestos

Aparatos: Tubo de prueba, tubo conductor, tapón de caucho con un hoyo, vasija pneumática, lámpara, sostén de hierro completo.

Materiales: Oxido rojo de mercurio, HgO, naftalina, $C_{10}H_8$.

a) Fije en el sostén de hierro, a una altura conveniente, un tubo de prueba que contenga un poquito de óxido de mercurio (lo que se pueda tomar en la punta de una espátula), conéctelo con un tubo conductor por medio de un tapón de caucho y coloque una vasija pneumática llena de agua de modo que la boca del tubo conductor coincida con una de las perforaciones del puente, tal como se ve en la (figura 25). Caliente poco a poco el tubo de prueba y recoja varios tubos del gas por desalojamiento del agua. Qué es lo que se deposita cerca de la boca del tubo? Por qué se deposita allí y no en el centro, por ejemplo? Introduzca una astilla hecha ascuas en uno de los tubos. Repita la operación. Qué sucede? Cuando un gas tiene esta propiedad se dice que es comburente. Este gas es Oxígeno. De dónde salió el Oxígeno? Siga calentando el polvo rojo del tubo por algunos minutos. Ha disminuído? Qué cambio ha sufrido este compuesto? Cuál es la composición del polvo rojo que hemos usado?

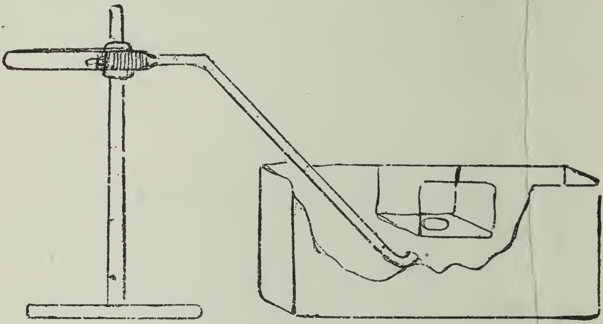

Figura 25

b) Ponga un pedacito de naftalina del tamaño de un garbanzo en una vasija de evaporar cubierta por un embudo invertido y caliéntelo durante varios minutos. Observe los cambios que van teniendo lugar sucesivamente. Qué es lo que se ha depositado en la parte superior del embudo? Tiene las mismas propiedades de la naftalina? Raspe un poquito y caliéntelo a ver qué sucede. Qué clase de cambio es éste?

Son los cambios en (a) y (b) lo mismo? Compare los resultados y deduzca sus conclusiones respecto del efecto del fuego sobre los compuestos.

Experimento IX

Combinación y mezcla

Aparatos: Tres pedacitos de papel, una olla, un imán, un mortero, lámpara, espátula.

Materiales: Azufre, S, limaduras de hierro, Fe y bisulfuro de carbono, CS_2.

El bisulfuro de carbono es muy inflamable y peligroso. No encienda la lámpara.

a) Parta una hoja de papel en tres pedazos y márquelos 1, 2, 3. En el papel Nº 1 ponga un poquito de azufre con la punta de una espátula y una cantidad igual de limaduras de hierro. Unalas bien con la espátula. Es una masa homogénea? Pase un imán repetidas veces por estos materiales y sacuda y limpie el imán cada vez que lo haga. Qué ha resultado?

b) Ponga en el papel Nº 2 una cantidad de azufre igual a la que usó en el Nº 1 y dos veces esa cantidad de limaduras de hierro. Unalos con la espátula. Echelo todo en un tubo de prueba y agréguele media pulgada de bisulfuro de Carbono más o menos. Agítelo. Qué observa Ud? Vacie el líquido a través de un papel de filtro en una vasija y déjelo evaporar. Se cristaliza algo? En caso afirmativo, qué es? Por qué se cristaliza? Es el hierro soluble en bisulfuro de carbono? Qué ha logrado hácer Ud. valido de esto?.

c) Ponga en el papel Nº 3 una cantidad de hierro igual a la que puso en el Nº 1 y dos veces esa cantidad de azufre. Unalas con la espátula. Echelo todo en una olla de barro y caliéntelo, teniendo cuidado de revolverlo.

Cuando la sustancia esté fría, tritúrela en un mortero y trátela en un tubo de prueba con un poquito de bisulfuro de carbono. Vacie el bisulfuro a través de un papel de filtro en un vidrio y déjelo evaporar. Se cristaliza algo de la solución de bisulfuro? En caso afirmativo, porqué? En caso negativo, por qué no?

Cómo se explica Ud. estos resultados tan distintos unos de otros cuando en todos los casos ha usado las mismas sustancias? En dónde ha habido mezcla y en dónde combinación? Diga cuáles son las diferencias más marcadas que Ud. ha observado entre combinación y mezcla. Escriba las reacciones que han tenido lugar.

Experimento X

La reacción química

Aparatos: Dos cilindros de vidrio, dos morteros con sus manos, espátula.

Materiales: Acido clorhídrico, HCl, amonia, NH_4OH, yoduro de potasio, KI, bicloruro de mercurio, $HgCl_2$, azúcar, $C_{12}H_{22}O_{11}$, ácido sulfúrico, H_2SO_4.

a) *Reacción entre dos gases*: Caliente un poquito de amonia y 2cc de HCl, más o menos, en sendos tubos de prueba y ponga en contacto los gases que dichos tubos emitan. Qué sucede? Caliéntelos por separado. Qué diferencia hay entre los gases que emiten los tubos por separado y lo que resulta cuando estos gases se ponen en contacto? Qué es lo que hay en la boca del tubo?

b) *Reacción entre dos líquidos:* Ponga una solución

concentrada de azúcar en un tubo de ensayo y échele poco a poco ácido sulfúrico. Observe los cambios sucesivos que tienen lugar. Qué sucede? Cuál es más violenta?

c) *Reacción entre dos sólidos:* Muela en sendos morteros pequeñas cantidades de KI y de $HgCl_2$. Con una espátula eche en un papel un poco del yoduro molido y después la mitad de esa cantidad de bicloruro; únalos, cúbralos con otro papel y frótelos. Qué sucede?

Qué cambios ha habido en cada caso? Las fórmulas de estos compuestos son: Amoníaco, NH_3; ácido clorhídrico, HCl; yoduro de potasio, KI; bicloruro de mercurio, $HgCl_2$; azúcar, $C_{12}H_{22}O_{11}$; y ácido sulfúrico, H_2SO_4. Exprese esos cambios por medio de las reacciones correspondientes. Cuál será la fórmula de cada producto?

* * *

ENERGIA DESARROLLADA O TRANSFORMADA EN LA REACCION

Experimento XI

Reacciones endotérmicas

Aparatos: Termómetro, vasos químicos, varillas de vidrio.

Materiales: Nitrato de potasio, KNO_3, hiposulfito de soda, $Na_2S_2O_3$ y sal común, $NaCl$.

Eche un poco de agua, 25 c.c. más o menos, en cada uno de tres vasos químicos y note la temperatura del agua por medio del termómetro. Ponga en el primer vaso un poco de nitrato de potasio, en el segundo la misma cantidad de hiposulfito de sodio y en el tercero cantidades iguales de hiposulfito de sodio y sal común. Disuelva las sustancias con sendas varillas de vidrio y note la temperatura de cada solución. Qué observa en cada caso? Haga un cuadro de los resultados. Cuál de ellas tiene la temperatura más alta? Cuál la más baja? Cómo se comparan las temperaturas de las soluciones con la del agua?

Experimento XII

Reacciones exotérmicas

Aparatos: Tubos de prueba, vasija pneumática, sostén para tubos, pinzas.

Materiales: Cinta de magnesio, Mg, amonia, NH_4OH, ácido sulfúrico, H_2SO_4, potasio, K.

En las reacciones exotérmicas la energía química puede transformarse simplemente en calor o puede ir más lejos y transformarse en luz o en electricidad. El calor en que se transforma puede ser de combustión, de neutralización o de formación.

a) Sostenga un pedacito de cinta de Magnesio con unas pinzas y caliéntelo a la luz de una lámpara durante unos segundos. Sepárelo rápidamente. Recoja en una hoja de papel lo que caiga. Qué se observa? Qué transformaciones sufre la energía? Qué transformación sufre el metal? Cómo se llama lo que está en el papel? Qué clase de reacción ha tenido lugar?

b) Eche en un tubo de ensayo un poquito de amonia y pruébelo con una tira de papel tornasol. Qué sucede? Está frío o caliente el tubo? Ponga el tubo en el sostén de madera y observe su superficie. Qué se ve? Agréguele **cuidadosa y gradualmente** ácido sulfúrico hasta conseguir que el papel azul de tornasol se vuelva rojo al mojarlo en el líquido. Qué cambio hay en la temperatura? Qué transformación ha sufrido la energía química? Qué tuvo lugar? Qué clase de reacción se ha efectuado?

c) Ponga agua en una vasija pneumática y deje caer en ella un pedacito de potasio o de sodio. Qué sucede? Qué transformaciones ha sufrido la energía? Qué clase de reacción ha tenido lugar? Exprese libremente su opinión sobre la causa del movimiento del metal sobre el agua y sobre el color de la llama.

Escriba las reacciones que han tenido lugar en este experimento. Cuáles son las características de las reacciones endotérmicas? Cuáles las de las reacciones exotérmicas? Cuáles son las diferencias principales entre unas y otras? Ha habido en alguna parte de este experimento calor de neutralización? de combustión? de formación?

LA SOLUCION

Experimento XIII

Solución de gases

Aparatos: Tubos de prueba, lámpara.
Materiales: Agua, amonia, ácido clorhídrico.

a) *Aire.* Ponga agua en un tubo de prueba hasta la mitad del tubo y caliéntelo poco a poco sin agitarla. Qué sucede en el agua antes de que comience a hervir? Qué demuestra eso? Hay señales de que contiene gas? Qué sucede cuando se aumenta el calor? Por qué se agita el agua cuando hierve? Cuál es la relación que existe entre la temperatura y la solubilidad de los gases?

b) *Amoníaco.* Ponga en un tubo de prueba un poquito de amonia y caliéntelo poco a poco. Qué sale por la boca del tubo? Son las observaciones que Ud. ha hecho en este caso las mismas que hizo en (a)? Siga calentando el tubo y si se reduce mucho el líquido auméntelo con agua y continúe calentándolo hasta que no salga más gas por la boca del tubo. Qué se ha hecho el amoníaco que estaba en el agua?

c) *Acido clorhídrico.* Repita la parte (b) del experimento usando ácido clorhídrico en vez de amonia. Son los resultados los mismos?

En general cuáles son sus conclusiones respecto de la solubilidad de los gases en los líquidos y de la relación de esta solubilidad con la temperatura del líquido? Diga también cómo se compara esta relación con la que existe entre la solubilidad de los sólidos y la temperatura del líquido solvente.

Experimento XIV

Solubilidad de los líquidos

Aparatos: Tubos de prueba, cilindro graduado.

Materiales: Alcohol, C_2H_5OH, bisulfuro de carbono, Kerosene.

a) Ponga 5 c.c. de agua en un tubo de prueba y añádale 2 c.c. de alcohol, gota a gota. Cubra la boca del tubo con el dedo pulgar y agite su contenido después de cada cinco gotas. Es el alcohol soluble en agua? Agregue ahora de una vez 5 c.c. de alcohol y agite el tubo como se ha indicado. Se disuelve todavía el alcohol? Se dice que un líquido es soluble en otro cuando no se separan para formar capas distintas.

b) Repita el experimento usando bisulfuro de carbono. Son solubles las primeras gotas? Son solubles los últimos 5 c.c?

c) Repita el experimento usando Kerosene. Es el Kerosene soluble en agua?

Exprese su opinión sobre la solubilidad de unos líquidos en otros.

Experimento XV

Solubilidad de los sólidos

Aparatos: Tubo de prueba, vasija de evaporar, lámpara, cilindro graduado, balanza.

Materiales: Sulfato de cobre, clorato de potasio, $KClO_3$, sulfato de calcio $CaSO_4$.

a) Marque 3 tubos de prueba con los números 1, 2 y 3, y ponga en cada uno 10 c.c. de agua. Eche en el 1º un gramo de sulfato de cobre molido. Agítelo y déjelo un momento quieto para que se asiente. Hay muestras de solubilidad? Saque con cuidado unas gotas del líquido usando para ello un tubo de vidrio y evapórelas en una vasija de evaporar. Se cristaliza algo?

Nota. Para probar que un sólido es soluble en un líquido se evapora éste y en caso afirmativo el sólido debe cristalizarse. En caso negativo no queda residuo alguno.

b) Repita el experimento con clorato de potasio. Hay evidencia de solubilidad?

c) Repita el experimento con sulfato de Calcio. Hay evidencia de solubilidad?

Hay evidencia de variación o diferencia entre las solubilidades de estos tres compuestos? Está Ud. seguro de que ha habido solución en los tres? Derive una conclusión general de los resultados de este experimento.

Nota. Guarde las soluciones para el próximo experimento.

Experimento XVI

Solución supersaturada

Aparatos: Tubos de prueba, lámpara.
Materiales: Las soluciones del experimento anterior, sulfato de sodio, Na_2SO_4, o hiposulfito de sodio.

a) Caliente el tubo Nº 1 agréguele gradualmente 4 gramos más de sulfato de cobre pulverizado. Se disuelve todo? Qué efecto tiene el calor sobre la solubilidad de este sólido? Siga calentando hasta la ebullición. Agregue más sulfato de cobre y hierva la solución. Siga agregando según aumenta la temperatura. Si el volumen del agua ha disminuído notablemente, caliente agua en otro tubo y agréguele esta agua caliente hasta reponer la que se ha evaporado y no más. Hay un límite para la solubilidad del sulfato de cobre?

b) Repita el experimento con el Nº 2. Se disuelve todo? Qué efecto tiene el calor sobre la solubilidad de este sólido? Hay un límite para la solubilidad del clorato de potasio?

c) Eche en un tubo de prueba sulfato de sodio o hiposulfito de sodio hasta las cuatro quintas partes del tubo. Agréguele 5 c.c. de agua bien medidos. Caliéntelo un poquito para que se disuelva. Siga calentando hasta la ebullición. Agregue más de la sal que usó hasta que no se disuelva más. Eche la solución en un tubo limpio, seco y caliente y déjelo reposar hasta que se enfríe. Eche un cristal de la sal usada y observe cuidadosamente el cambio que tiene lugar. Qué sucede?

Qué diferencia hay entre los resultados de este experi-

mento, respecto de la solubilidad en relación con la temperatura, y los resultados del experimento 13?

Cuando una solución ha llegado a ese estado en que no resiste más sal en solución se dice que es una solución supersaturada. Una solución supersaturada es un caso de equilibrio inestable. De estos experimentos típicos, derive una conclusión general.

Experimento XVII

Solucción y acción química

Aparatos: Vasija de evaporar, vasija pneumática.
Materiales: Acido tartárico, $H_2C_4H_4O_6$ bicarbonato de sodio, $NaHCO_3$, nitrato de plomo, $Pb(NO_3)_2$ y Cromato de potasio, K_2CrO_4.

a) Mezcle completamente en una fuente de evaporar bien seca un gramo de ácido tartárico en polvo con un gramo de bicarbonato de sodio. Hay señal indiscutible de acción química? Eche agua en la vasija de evaporar que contiene la mezcla y observe el resultado. Hay evidencia concluyente de acción química?

b) Repita el experimento usando nitrato de plomo pulverizado y cromato de potasio pulverizado también; pero en vez de echar agua en la vasija de evaporar, vacie la mezcla en una vasija pneumática llena de agua.

Describa los resultados de estas dos partes del experimento e interprete todo el experimento desde el punto de vista de la solución.

Experimento XVIII

Efecto de la solución

Aparatos: Vasija de evaporar, tubo de ensayo, lámpara.
Materiales: Sal común, azúcar, zinc, Zn y ácido clorhídrico diluído.

a) Disuelva un gramo de cristales de sal común en una vasija de evaporar en la menor cantidad de agua posible. Evapore a sequedad. Pruebe el sólido que se cristaliza en la vasija. Ha cambiado este sólido a causa de la solución? Es sal? Tiene todas las propiedades físicas de antes?

b) Ponga un gramo de cristales de azúcar (granulada) en una vasija de evaporar, disuélvala en poca agua y evapore la solución hasta expeler toda el agua. (No la queme) Pruebe lo que queda en la vasija. Está dulce? Ha cambiado este sólido a causa de la solución? Es azúcar? Tiene todas las propiedades físicas de antes? Se ha cristalizado?.

c) Disuelva un pedacito de zinc en ácido clorhídrico diluído en un tubo de prueba. Ponga una viruta encendida en la boca del tubo. Es combustible el gas? Qué cambios observa Ud? Cuando la solución sea completa, filtre y evapore la solución a sequedad. Compare las propiedades físicas de esta sustancia con las del zinc. Pruébela con ácido como hizo con el zinc. Tiene las mismas propiedades químicas? Qué clase de cambio es éste?

De todo el experimento qué es lo que deduce Ud? Cuántas clases de soluciones hay? De qué clases son típicas estas soluciones?

ACIDOS, BASES Y SALES

Experimento XIX

Oxidos básicos y Oxidos ácidos

Aparatos: Cuchara de combustión, botella de gas.
Materiales: Azufre, fósforo, P, Magnesio, carbón, C, potasio, papel tornasol, óxido de calcio, CaO.

Los óxidos de azufre, fósforo, carbón, magnesio, potasio, calcio y de muchos otros elementos se pueden producir por la unión directa del elemento con el oxígeno del aire como sigue.

a) Ponga 25 c.c. de agua más o menos en una botella de gas bien limpia y queme dentro de ella un poquito de azufre en una cuchara de combustión. Cuando se apague el azufre saque la cuchara de la botella, tape ésta con la mano y agítela para disolver el gas. Pruebe la solución con papel tornasol de ambos colores. Cuál es el resultado?

b) Nunca toque el fósforo con los dedos porque es peligroso. Repita el experimento anterior usando fósforo en vez de azufre. Cuál es el resultado?

c) Queme varias virutas de madera dentro de una botella de gas que contenga 25 c.c. agua. Tape la botella y agítela. Repita este experimento dos o tres veces. Pruebe la solución con papel tornasol de ambos colores. Qué pasa?

d) Tome un pedacito de magnesio con unas pinzas y quémelo. Recoja las cenizas en una vasija, humedézcalas con tres gotas de agua y revuélvalas. Pruébelas con papel tornasol de ambos colores introduciendo la punta del papel dentro de la pasta y dejándolo allí un rato. Qué cambio nota usted?

e) Caliente un pedacito de potasio en una cuchara y cuando se haya quemado déjelo enfriar. Agréguele tres gotas de agua y pruébelo con papel tornasol de ambos colores. Qué sucede?

f) Se necesita mucho calor para que el calcio se úna directamente con el oxígeno del aire. Para conseguirlo es necesario el calor del soplete oxhídrico. Moje un terroncito de óxido de calcio y pruébelo con papel tornasol de ambos colores. Cuál es el resultado?

Escriba las reacciones que demuestran la unión del óxigeno del aire con los elementos usados. Escriba las ecuaciones que demuestran la unión de los óxidos con el agua. La unión de un *óxido ácido* con agua da un *ácido* que pone *rojo* el papel tornasol. La unión de un *óxido básico* con el agua forma una *base* que pone *azul* el papel tornasol.

Los óxidos de los metaloides son *óxidos ácidos.* Los de los metales generalmente son *óxidos básicos.*

Diga en qué parte del experimento ha obtenido usted óxidos ácidos y dónde óxidos básicos. Clasifique como ácido o como base el producto de cada óxido usado en este experimento con el agua. Cuántos métodos conoce usted para la formación de los ácidos? Cuántos para la formación de las bases? Ha habido alguna sal en este experimento?

Experimento XX

Propiedades de los ácidos

Aparatos: Tubos de ensayo, varilla de vidrio.

Materiales: Acido sulfúrico diluído, ácido nítrico, HNO_3, ácido clorhídrico, ácido acético, (CH_3COOH), carbonato de calcio, $CaCO_3$ (mármol), zinc, agua de cal, $Ca(OH)_2$, papel tornasol de ambos colores.

a) Marque cuatro tubos de prueba con los números 1, 2, 3 y 4. Eche hasta la cuarta parte de cada tubo, ácidos así: ácido sulfúrico diluído en el 1°; ácido clorhídrico diluído en el 2°; ácido nítrico diluído en el 3°; ácido acético en el 4°.

Sumerja una varilla de vidrio limpia en cada ácido, sacúdala y pruébelo con la punta de la lengua. Describa el sabor con una sola palabra.

b) Valiéndose de una varilla de vidrio limpia ponga en tiras de papel tornasol de ambos colores, una gota de cada ácido. El cambio que tiene lugar es característico de los ácidos. Derive una conclusión general de esto.

c) Eche cuidadosamente un pedacito de zinc dentro del primer tubo. Si no hay señales de reacción inmediata, caliente el tubo poco a poco. Pruebe el producto más importante por medio de una viruta de madera encendida puesta a la boca del tubo. Si no resulta nada o es imperfecta la prueba conecte un tubo conductor por medio de un tapón de caucho y recoja en otro tubo de prueba un poco de gas por desalojamiento del agua. Repita el experimento con los demás ácidos. Esto probablemente sólo será necesario con el ácido acético. Derive una conclusión general de los resultados obtenidos.

d) Lave los tubos de prueba, ponga en ellos un poquito de cada ácido como antes y deje caer cuidadosamente en cada uno un pedacito de carbonato de calcio (mármol). Proceda como en (c) sólo que el gas no sólo se probará con la viruta encendida sino de la manera siguiente:

Sumerja una varilla de vidrio limpia en agua de cal y observe la gota. Sosténgala después en la boca del tubo. Repita para cada tubo esta operación, después de limpiar bien la varilla. Qué gas es éste? Escriba la reacción que tiene lugar entre el ácido y el Carbonato de Calcio y la que tiene lugar entre el gas y el hidrato de calcio. Escriba todas las demás reacciones. Derive conclusiones generales de los resultados de este experimento. Enumere las propiedades de los ácidos.

Experimento XXI

Propiedades de las bases

Aparatos: Tubos de ensayo, varilla de vidrio y carrizo de vidrio.

Materiales: Papel tornasol de ambos colores, hidrato de sodio, $NaOH$, hidrato de potasio, KOH, hidrato de amonia, NH_4OH, hidrato de calcio, $Ca(OH)_2$.

Haga sendas soluciones débiles de hidrato de potasio, sodio, amonio y calcio echando un poquito en cada tubo de prueba y llenando el tubo de agua.

a) Mójese los dedos índice y pulgar en cada líquido uno después del otro, después de haberse lavado y secado las manos antes de usar cada líquido. Qué sensación siente usted al frotar los dedos mojados en el líquido? Pruebe cautelosamente cada líquido con la punta de la lengua, usando para ello una varilla de vidrio humedecida con el líquido. Describa el sabor.

b) Pruebe cada líquido con papel tornasol de ambos colores. Para esto ponga una gota diminuta sobre cada papel con la varilla de vidrio, teniendo cuidado de que esté bien limpia y seca antes de sumergirla en el líquido. Compare este resultado con la acción de los ácidos sobre el papel tornasol.

c) Introduzca un carrizo de vidrio bien limpio y seco en cada tubo de ensayo, excepto el del amonia, y sople durante tres minutos. Describa los cambios si los hubo.

Eche en cada tubo de ensayo unas gotas de ácido clorhídrico diluído y pruebe enseguida el gas desarrollado a ver si es anhidrido carbónico, por medio de una varilla mojada en hidrato de calcio puesta dentro del tubo cerca de la superficie del líquido. Termine la prueba de un tubo antes de echar el ácido en el siguiente. La varilla se introduce hasta cerca de la superficie del líquido inmediatamente después de haber echado el ácido porque la cantidad de gas desarrollada es sumamente pequeña. Explique los cambios químicos y escriba las reacciones. Derive conclusiones generales de este experimento. Enumere las propiedades de las bases.

Experimento XXII

Propiedades de las sales

Aparatos: Tubos de ensayo, varilla de vidrio.
Materiales: Papel tornasol de ambos colores, cloruro de sodio, nitrato de potasio, sulfato de potasio, cloruro de bario.

a) Haga soluciones como en el experimento anterior, de modo que queden diluídas, usando para ello sal común, nitrato de potasio, sulfato de potasio y cloruro de bario. Pruebe cada solución con papel tornasol de ambos colores como se acostumbra. Cuál es el resultado? Compare este resultado con la acción que sobre el papel tornasol tienen los ácidos y las bases.

b) Pruebe como se ha indicado cada sal con la punta de la lengua. Qué sabor tienen?

Los resultados obtenidos en (a) son característicos de las sales normales y siempre que se obtienen se dice que la sustancia es *neutra*, aunque no sea sal, como sucede con el agua. El sabor también es característico. Derive conclusiones generales de este experimento. Enumere las propiedades de las sales.

NEUTRALIZACION

Experimento XXIII

Interacción de ácidos y bases

Aparatos: Vasijas de evaporar, varilla de vidrio, papel tornasol.

Materiales: Hidrato de sodio, ácido clorhídrico diluído, nitrato de plata, $AgNO_3$.

Disuelva un pedacito de hidrato de sodio del tamaño de una lenteja en una vasija de evaporar, añádale a la solución ácido clorhídrico diluído hasta que la solución apenas ponga rojo el papel azul de tornasol. Para el éxito del experimento es preciso agregar el ácido poco a poco y hacerlo todo cuidadosamente. Evapore la solución a sequedad. Revuélvala con la varilla de vidrio cuando se esté secando El ácido queda mecánicamente en el producto y para librarse de este exceso de ácido es necesario disolver nuevamente el sólido en unas gotas de agua caliente (Por qué no se usa agua fría?) y dejarlo evaporar otra vez hasta la sequedad completa para que todo el ácido se vaya. Esto habrá sucedido cuando la sustancia esté libre de todo color amarillo. Pruebe un poquito de este producto con la lengua. Qué gusto tiene? Disuelva un poquito en un tubo de ensayo y agréguele una gota de una solución débil de nitrato de plata, observe el resultado. Disuelva en sendos tubos un poquito de cloruro de sodio y de hidrato de sodio y agréguele a cada tubo una gota de la solución de nitrato de plata. Compare estos resultados con el anterior. Qué cree Ud. que será el producto sólido que obtuvo de la interacción de una base con un ácido? Disuelva un poquito del producto y pruebe su efecto sobre el papel tornasol. Es ácido, básico o neutro?

La operación que se ha llevado a cabo en este experimento se llama *neutralización* y se produce siempre que hay interacción de un ácido con una base. La neutralización demuestra la relación cuantitativa entre los ácidos y las bases y entre éstos y las sales. Escriba las ecuaciones que representan las reacciones de este experimento y una que represente otra neutralización.

Experimento XXIV

Relación cuantitativa entre ácidos y bases

Aparatos: Dos buretas, un sostén de buretas, dos vasos químicos, dos varillas de vidrio.

Materiales: Soluciones normales de ácido clorhídrico y de hidrato de sodio, solución de Phenolphthalein (Fenoltaleín).

El alumno usará las soluciones que le dé el Profesor; pero si éste en vez de dárselas hechas le ordena que las haga, entonces procederá de la manera siguiente: Tome una cantidad en gramos igual al peso molecular de la sustancia cuya solución desea, dividido por el equivalente H y disuélvala en un matraz marcado o frasco volumétrico de 1000 centímetros cúbicos de capacidad, usando agua destilada, hasta llegar exactamente a la marca del pescuezo del frasco. Por ejemplo: El hidrato de sodio tiene un peso de 40 y su equivalente Hidrógeno es 1 así es que se toman 40 gramos de $NaOH$ para mil de agua destilada. Una solución como ésta que contiene un gramo–equivalente del soluto en 1000 c.c. se llama solución normal. Si se toma sólo la décima parte del soluto para la misma cantidad de agua la solución será deci-normal, lo que se expresa así: N/10 Si se toma dos veces la cantidad para la misma de agua, la solución será doble-normal, lo que se expresa así: 2N. No es necesario hacer siempre 1000 c.c. de solución; en guardando la misma proporción se puede hacer cualquier cantidad. Para el ácido clorhídrico se requieren 36.5 gramos porque en esta cantidad hay 1 gm. de H, o sea un gramo-equivalente de HCl. Para hacer esta solución es necesario saber la fuerza del ácido que se usa, pues esta es una solución de solución.

a) Llene dos buretas limpias y secas, una con cada solución, después de haberlas fijado del sostén y ponga debajo de cada una un vaso químico. Márquelas con las palabras «ácido» y «álcali» para que no se confunda. Deje salir el líquido hasta llegar a cero. La línea inferior del disco (menisco) es la que indica la lectura. Lave los vasos químicos y coloque uno debajo de la bureta del ácido, póngale debajo una hoja de papel blanco, eche 15 c.c. del ácido en el vaso y agréguele dos gotas de la solución de phenolphthalein. Páselo con papel y todo debajo de la otra bureta y échele álcali poco a poco y después gota a gota hasta obtener el color rojo característico. A la primera indicación de este color debe suspenderse la operación. Agite el líquido siempre con una varilla de vidrio después de cada porción o de cada gota. El instante en que aparece el color se llama *el final de la reacción* o *el punto final*. Si se pasó del punto final, repita el experimento.

b) Repita usando 15 c.c. otra vez y después usando 10 c.c. y haga un cuadro de los resultados. Calcule la relación del ácido al álcali y averigüe cuantos c.c. de ácido se necesitan para neutralizar uno del álcali y vice-versa. Ponga estos resultados en un cuadro.

Guarde las soluciones, lave las buretas y déjelas llenas de agua.

Experimento XXV

Relación cuantitativa entre ácidos y bases

Aparatos: Los mismos del experimento anterior.
Materiales: Las soluciones del experimento anterior y una solución normal de hidrato de potasio y otra de ácido nítrico.

a) Proceda como en el experimento anterior usando 15, 15 y 10c.c. de ácido clorhídrico contra la solución de hidrato de potasio.

b) Repita el experimento usando 15, 15 y 10 c.c. de ácido nítrico contra la solución de hidrato de potasio.

Calcule la relación del ácido con el álcali, cuántos del álcali se necesitan para neutralizar un c.c. del ácido, y reúna todos estos resultados en un cuadro.

Experimento XXVI

Relación cuantitativa entre ácidos y bases

Aparatos: Los mismos de los experimentos anteriores.
Materiales: Las soluciones de los dos experimentos anteriores y una solución normal de ácido sulfúrico.

El ácido sulfúrico, H_2SO_4, contiene dos átomos de Hidrógeno, por lo que su peso molecular, 98, debe ser dividido por dos para obtener el equivalente Hidrógeno o sea un gramo-equivalente. En 98 hay dos gramos de H; en la mitad, 49, hay sólo uno. Este peso es el que se usa, por tanto, para hacer la solución normal.

a) Proceda como en los experimentos anteriores usando 15, 15 y 10 c.c. de ácido nítrico contra la solución de hidrato de sodio.

b) Repita el experimento usando 15, 15, y 10 c.c. de ácido sulfúrico contra la solución de hidrato de sodio.

c) Repita el experimento usando 15, 15, y 10 c.c. de ácido sulfúrico contra la solución de hidrato de potasio.

Calcule la relación del ácido con el álcali, cuántos c.c. de álcali se necesitan para neutralizar uno de ácido y reúna todos estos resultados en un cuadro.

Tabule en un cuadro final todos los resultados de los tres experimentos sobre examen cuantitativo de la interacción de los ácidos y las bases en la forma siguiente:

NOMBRE	ACIDO CLORHÍDRICO			ACIDO SULFÚRICO			ACIDO NÍTRICO		
NO. DE C. C.	15cc.	10cc.	1cc.	15cc.	10cc.	1cc.	15cc.	10cc.	1cc.
Hid. de Sodio									
Hid. de Potasio									
Rel. del Sodio									
Rel. del Potasio									

Calcule con ayuda del cuadro anterior los pesos de hidrato de sodio y de potasio necesarios para neutralizar los pesos de los ácidos. Calcúlelos para 100 gramos de ácido. Transcriba la Ley de las Proporciones Definidas. Es verdadera esta Ley?

La neutralización se basa en la Ley de las Proporciones Definidas y es al mismo tiempo la base del Análisis Volumétrico.

Compare la cantidad de cada álcali necesaria para neutralizar una cantidad dada de un ácido. La relación entre las cantidades de ácido usadas en estos experimentos es 3: 3: 2. Cuál es la de las cantidades de álcali usadas en ellos? Qué relación hay entre el peso y el número de c. c. de las diferentes soluciones?

Este experimento debe hacerse con mucho cuidado y exactitud. Repita cada parte si no está seguro de ella. Lave siempre la bureta antes de echarle una nueva solución.

HIDROGENO

Experimento XXVII

Preparación de hidrógeno

Aparatos: Probetas, tubo de seguridad, tubo conductor, botella de Woulff, tapones de caucho, vasija pneumática, vasija de evaporar, lámpara.

Materiales: Acido sulfúrico o clorhídrico diluído, zinc, astillas de madera.

Método de Paracelso.—Prepare un generador con la botella de Woulff, el tubo de seguridad, el conductor y los tapones de caucho después de haber introducido en la botella unos cuantos pedazos de zinc. Eche agua por el tubo de seguridad hasta cubrir el zinc y depués agréguele el ácido diluído hasta que comience la reacción. Cubra el generador con una toalla y recoja varias botellas o probetas del gas. Deseche la primera. Por qué? El gas debe recogerse por desalojamiento del agua. Por qué? Envuelva en una toalla una de las probetas y acérquela enseguida a una llama. Qué sucede? Cuando acerque este u otros gases desconocidos a una llama tome siempre esta precaución. De dónde proviene el hidrógeno? Qué se ha hecho el zinc? Cuál es la propiedad más característica del hidrógeno? La explosión más o menos fuerte que ha tenido lugar al acercar las probetas

de hidrógeno a la lámpara ha tenido lugar porque este gas está impuro, es decir, tiene mayor o menor cantidad de otra sustancia. Cuál será esta impureza? Qué peligro cree Ud. que existe cuando se hacen experimentos con el hidrógeno? Diluya y filtre un poquito del líquido que hay dentro del generador. Evapórelo en una cápsula de evaporar hasta la saturación, es decir, hasta que comience la cristalización a la orilla del líquido. Déjelo enfriar. Cuál es la fórmula de este compuesto? Describa la reacción que ha tenido lugar en este experimento. Calcule la cantidad de sulfato de zinc que se produce con un gramo de zinc. Calcule la cantidad de ácido sulfúrico necesario para la reacción.

Experimento XXVIII

Propiedades físicas del hidrógeno

Aparatos: Probetas, lámpara, lavadora de gas.
Materiales: Botella llena de hidrógeno.

a) Colecte una botella de hidrógeno interponiendo una de lavar gas que contenga permanganato de potasa. Use esta botella para determinar el sabor, el olor, y el color del gas. A qué sabe? A qué huele? Qué color tiene?

b) Ponga una botella de hidrógeno destapada sobre la mesa y al cabo de tres minutos acérquela a la lámpara. Qué sucede? Hay hidrógeno en la botella? Qué propiedad del gas se ilustra con este experimento?

c) Confirme el experimento anterior así: Coloque una botella vacía sobre una que contenga hidrógeno de modo que la primera esté verticalmente boca abajo y la segunda boca arriba con la boca unida a la anterior a un ángulo de unos 30 grados (Fig 26.) Manténgalas así dos minutos y acérquelas sucesivamente a la lámpara, cuidando de no confundirlas. Cuál es el resulta-

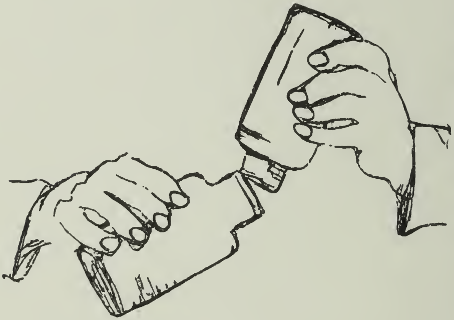

Figura 26

do? En cuál de las dos estaba el gas? Se puede vaciar el hidrógeno de una vasija a otra como quien vacia agua? Qué sustancias se pueden vaciar de abajo para arriba?

d) Moje los bordes de la boca de una botella de hidrógeno con el dedo, póngala sobre la mesa boca arriba y tápela con una hoja de papel de filtro seca. Después de veinte o treinta minutos aplíquela a la lámpara. Qué se hizo el gas? Qué propiedad se ilustra con este experimento? Se saldría por entre el papel y la botella?

e) Sostenga una botella de gas boca abajo en el aire durante dos o tres minutos en posición enteramente vertical y después aplíquela a la lámpara. Qué sucede? Qué se ilustra con este experimento?

Enumere las propiedades físicas del hidrógeno.

Experimento XXIX

Propiedades químicas del hidrógeno

Aparatos: Alambre, lámpara.
Materiales: Dos botellas llenas de hidrógeno, un pedazo de vela, astilla.

a) Encienda una astilla de madera de unas seis pulgadas de largo, por lo menos, e introdúzcala en una botella de hidrógeno sostenida boca abajo en posición vertical. Qué sucede? Se enciende el hidrógeno? Saque la astilla y vuélvala a introducir en la botella. Sosténgala allí unos segundos. Qué sucede? Qué indica esto? Continúa encendida la astilla cuando se introduce por primera vez en la botella? Toque el cuello de la botella;

describa y explique el efecto. Cuáles son *las tres* propiedades que se ilustran con este experimento?

b) Recoja en una botella, por desalojamiento del agua, una cantidad de hidrógeno suficiente para llenar la tercera parte de su capacidad; llene el resto con oxígeno, el cual obtendrá según el experimento octavo. Envuélvala en una botella y acérquela rápidamente a una llama. Qué sucede? Por qué? Qué propiedad ilustra este experimento?

c) Deje boca arriba una botella de hidrógeno por unos instantes y enseguida acérquela rápidamente a la llama de una lámpara. Qué sucede? Recoja hidrógeno en dos botellas que contengan la mitad y las dos terceras partes de aire respectivamente. Acérquelas a la llama de una lámpara sucesivamente y describa el resultado. Hay alguna similitud entre estas dos partes del experimento? Por qué se obtiene este resultado en estos casos?

Enumere las propiedades químicas del hidrógeno.

Experimento XXX

Determinación cuantitativa del peso de hidrógeno que produce una cantidad conocida de zinc

Aparatos:	Un eudiómetro, un vaso químico grande, una varilla de vidrio, un embudo de tubo corto o recortado, un crisol pequeño de porcelana, un sostén de hierro, una banda elástica chica.
Materiales:	Zinc puro, ácido sulfúrico diluído.

Pese 0.1 gm. de zinc puro en un crisol pequeño de porcelana, ponga el crisol debajo de un embudo invertido dentro de un vaso químico, eche agua en el vaso hasta las dos terceras partes de su capacidad, llene de ácido sulfúrico diluído un tubo graduado e inviértalo dentro del vaso de modo que la punta del embudo éntre en él, cuidando de que no le entren burbujas de aire. Fije el tubo graduado por medio de un sostén de hierro. (Fig. 27). Al cabo de unos segundos comienza la acción y el hidrógeno generado se acumula en el tubo. Cuando haya desaparecido todo el zinc, cierre con el dedo pulgar la boca del tubo y trasládelo a un cilindro grande lleno de agua, el cual ha estado sobre la mesa largo rato.

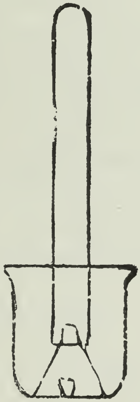
Figura 27

Lea la temparatura y la presión barométrica correspondientes al laboratorio. Coja el tubo con dos dedos y colóquelo de modo que el nivel del agua dentro y fuera de él sea el mismo. Lea el volumen. Si el tubo no es graduado, marque el volumen del gas con una banda elástica sáquelo, échele agua hasta llegar a la banda y mida ese volumen de agua usando para ello un cilindro graduado. Este volumen representa el volumen del gas. Anote los resultados como se indica más adelante.

Cálculo.—Para ilustrar mejor la manera de hacer las anotaciones y de calcular los resultados se le ofrece al alumno el siguiente ejemplo hipotético:

Peso de zinc	0.24 gm.
Volumen de hidrógeno (V')	88.5c.c.
Temperatura observada (T')	14° C.
Presión observada (P')	758mm.
Tensión acuosa (a)	11.9

Reduzca el volumen observado a temperatura y presión normales, así: (La temperatura normal es de 0°.C. y la presión normal es de 760 m.m.) Según la Ley de Charles los gases se dilatan en proporción directa a la temperatura, así es que tenemos el siguiente problema: Qué volumen ocupará a 0°.C. un gas que ocupa un volumen de 88.5c.c. a 14° C.? Como cero grados del centígrado son equivalentes a 273 grados del termómetro absoluto, tenemos la proporción siguiente:

$$(273+14) : 273 :: 88.5 : X \qquad X=\frac{273\times 88.5}{287}$$

o sea:

$$V=\frac{T\times V'}{T'}$$

Según la Ley de Boyle el volumen de los gases disminuye en proporción inversa a la presión, así es que tenemos el siguiente problema: Qué volumen ocupará a

760 m.m. de presión un gas que ocupa un volumen de 88.5c.c. a una presión de 758 m.m.? Como es claro, tenemos la siguiente proporción: 760: 758: : 88.5: X Pero como el volumen del gas ha sido reducido a 0°.C. ya no es de 88.5c.c. sino de $\frac{273 \times 88.5\text{c.c.}}{287}$ Sustituyendo este valor tenemos: $760 : 758 :: \frac{273 \times 88.5}{287} : X$. El valor de la ecuación anterior en símbolos es: $P : P' :: V' : X$ y una vez hecha la sustitución queda la siguiente:

$$P : P' :: \frac{T \times V'}{T'} : X \text{ que se resuelve en}$$

$$V = \frac{V' \times P' \times T}{P \times T'} = \frac{88.5 \times 758 \times 273}{760 \times (273 + 14)}$$

Pero estas leyes son sólo aproximadas y hay que hacer la corrección de la tensión acuosa para que sean exactos los resultados, así:

$$V = \frac{V' \times (P' - a) \times T}{P \times T'} = \frac{88.5 \times (758 - 11.9) \times 273}{760 \times (274 + 14)} = 82.64\text{cc}$$

El volumen es, pues, de 82.64c.c. a temperatura y presión normales y como el peso de un litro de hidrógeno bajo condiciones normales es de 0.0896 gm. el peso de este volumen se encuentra por medio de la siguiente proporción: $1000 : 82.64 :: 0.0896 : X = 0.0074$ gm.

Cuántos gramos de hidrógeno han sido generados por un decigramo de zinc? Cuántos gramos de zinc son necesarios para generar o reemplazar uno de hidrógeno?

OXIGENO

Experimento XXXI

Preparación del oxígeno

Aparatos: Tubo de vidrio duro, lámpara, tubo conductor, tapón de caucho, vasija pneumática, tubos de prueba.

Materiales: Oxido rojo de mercurio, astillas, clorato de potasio.

a) Ponga un gramo de óxido de mercurio, más o menos, en un tubo de vidrio duro, tape éste con un tapón de caucho al cual está adherido un tubo conductor, arregle el aparato como de costumbre para recibir el gas por desalojamiento del agua y caliente el tubo. (Fig. 28.) Recoja el gas que sale en un tubo de prueba. Introdúz-

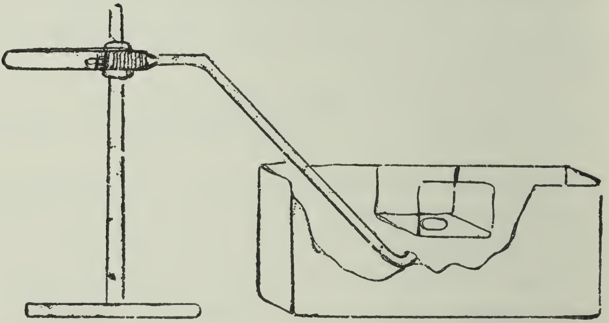

Figura 28

case en él una astilla de madera hecha ascuas. Qué sucede? Actúa este gas como el hidrógeno? Esta es la propiedad característica del oxígeno. Escriba la reacción.

b) Ponga en un tubo un gramo de clorato de potasio y caliéntelo. Introduzca en el tubo una astilla de madera hecha ascuas. Qué sucede? Es aire, humo u oxígeno lo que hay en el tubo? De donde sale el gas? Escriba la reacción.

c) *El proceso de Brin.* Se pueden obtener grandes cantidades de oxígeno por medio del método conocido con el nombre de su inventor y que se lleva a cabo de la manera siguiente:

Se calienta un poco de barita BaO al rojo sombrío (600°C) en un aparato especial y se hace pasar una corriente de aire por sobre él. Se suspende entonces la corriente de aire y se calienta más el bióxido de bario (BaO_2) formado con el oxígeno del aire. Entonces el BaO_2 suelta un átomo de Oxígeno. La reacción es la siguiente:

$$BaO+O=BaO_2$$
$$BaO_2+\triangle=BaO+O$$

Por lo sencillo y eficiente este proceso ha alcanzado gran popularidad entre los industriales.

Experimento XXXII

Método del laboratorio

Aparatos: Aparato generador preparado con un tubo de ensayo, sostén de hierro, vasija pneumática, probetas.

Materiales: Clorato de potasio, bióxido de manganeso, MnO_2.

Mezcle en un tubo duro o en un tubo de ensayo grande dos partes de clorato de potasio y una de bióxido de manganeso de modo que juntos ocupen la cuarta parte del tubo. Arregle el aparato como de costumbre, caliente poco a poco el contenido del tubo y cuide de que el vapor que se forma dentro no caiga en las partes calientes del tubo. Por qué? Cuando todo el aire haya salido recoja seis botellas o probetas del gas por desalojamiento del agua. Qué es lo que queda en el tubo? Será el clorato de potasio? De dónde sale el oxígeno? Qué papel desempeña el bióxido de manganeso?

A veces se trasladan a la botella mecánicamente algunas partículas, lo que enturbia el gas; pero si se deja tranquilo durante algunos segundos esas partículas caen al fondo y el gas queda de su color natural.

Note el olor, el color y el sabor del gas. Respire vigorosamente en la boca de una de las botellas. Qué efecto siente Ud, en las membranas de la nariz y de la garganta? Dibuje el aparato y guarde las seis botellas del gas para el experimento que sigue.

Experimento XXXIII

Propiedades del oxígeno

Aparatos: Cuchara de combustión, alambre.
Materiales: Seis botellas de oxígeno, azufre común, fósforo, carbón vegetal, acero, astillas de madera.

a) Introduzca una astilla de madera hecha ascuas en una botella de oxígeno. Sáquela y repita la operación enseguida. Describa el resultado. Es comburente? Es inflamable? Hay alguna diferencia entre la llama cuando se quema en una atmósfera de oxígeno y cuando se quema en el aire? Vuelva la astilla a la botella y tápela. Por qué se apaga?

b) Ponga un pedacito de azufre en una cuchara de combustión, enciéndalo e introdúzcalo en una botella llena de oxígeno. Observe la manera como arde. Sáquelo de la botella y observe la manera como arde en el aire. Cuál es la diferencia? El olor qué produce en cada caso es el mismo? Meta la cuchara en agua para apagarla y raspe el azufre con un cortaplumas.

c) Repita las operaciones anteriores usando un pedacito de carbón vegetal. Responda a las mismas preguntas.

d) Repita el experimento usando un pedacito de fósforo en vez de azufre. Responda a las mismas preguntas. Para encenderlo, sinembargo, basta tocarlo con una varilla de vidrio caliente. Tenga mucho cuidado con el fósforo porque es sumamente inflamable, su quemadura es de carácter maligno y la causa con el simple contacto de los dedos.

e) Embarre de azufre derretido la punta de un alambre de acero de los que se usan para colgar cuadros o de otro alambre cualquiera, enciéndalo e introdúzcalo en una botella de oxígeno. Describa el resultado. Sáquelo al aire y describa el resultado. El azufre sólo sirve para comenzar la reacción. Se podrá explicar el cambio de modo parecido a los que han tenido lugar en las demás partes de este experimento? Hay alguna muestra visible de que ha habido cambio en el alambre? Será el producto de este cambio químico de la misma clase que el que resultó en cada uno de los cambios anteriores? Resuma y compare los resultados de este experimento.

Experimento XXXIV

Ozono

Aparatos: Botella de colectar gases, corcho.
Materiales: Fósforo, almidón, $C_6H_{10}O_5$, yoduro de potasio y papel de filtro.

Ponga en una botella pequeña dos o tres pedacitos de fósforo y échele agua de modo que no queden cubiertos del todo. Tape la botella con un corcho y déjela a un lado.

Ahora prepare un pedazo de papel reactivo de almidón del modo siguiente: Hierva en unos 50 c.c. de agua un poquito de almidón y añádale un cristal de yoduro de potasio. Parta un pedazo de papel de filtro en tiras y sumérjalas en el almidón.

Inserte ahora una o dos tiras delgadas de este papel en la botella. Cuando hayan pasado veinte minutos note los resultados. Qué ha sucedido? Cuál es la causa de ésto? Explique este experimento.

AGUA

Experimento XXXV

Agua de cristalización

Aparatos: Tubo de ensayo, crisol o cápsula de porcelana, varilla de vidrio.

Materiales: Carbonato de sodio, alumbre, nitrato de potasio, sulfato de cobre.

a) Caliente un poquito de carbonato de sodio en un tubo de ensayo bien seco. Incline el tubo al calentarlo de modo que pueda salir cualquier líquido que se forme. Hay algún cambio en la apariencia de los cristales? Qué es lo que indica que esta sal contiene agua de cristalización?

b) Repita el experimento anterior usando alumbre. Conteste a las mismas preguntas.

c) Repita el experimento usando nitrato de potasa Conteste las mismas preguntas.

d) Ponga un poquito de sulfato de cobre en una cápsula de evaporar y caliéntela. Sostenga un embudo seco sobre la vasija. Hay algo que demuestre que la sal contiene agua de cristalización? Hay algún cambio en el color de los cristales? Hay algún cambio en su forma? Toque un cristal con una varilla de vidrio y describa el resultado. Siga calentando la vasija hasta que la masa adquiera un color gris. Deje enfriar la vasija. Mientras se enfría caliente un poquito de agua en un tubo de prueba y échele agua gota a gota al contenido de la vasija. Explique el cambio de color, si lo hay. Echele agua hasta disolver completamente el sulfato de cobre. Evapore la solución hasta la saturación. Déjela enfriar. Se forman cristales? Por qué? Tienen estos cristales agua de cristalización?

Experimento XXXVI

Otras relaciones entre las sales y el agua

Aparatos: Papel de filtro, vasija de evaporar.

Materiales: Cristales de carbonato de sodio, Na_2CO_3, sulfato de sodio, $NaSO_4$, un pedazo de hidrato de potasio, otro de hidrato de sodio y otro de cloruro de calcio, $CaCl_2$.

a) *Eflorescencia.* Ponga sendos cristales de carbonato de sodio y sulfato de sodio sobre un papel de filtro y déjelos expuestos al aire durante una o dos horas. Describa los cambios que haya observado.

b) *Delicuescencia.* Coloque a cierta distancia unos de otros sendos pedazos de hidrato de sodio, hidrato de potasio y cloruro de calcio en una vasija de evaporar. Déjelos expuestos al aire por una o dos horas y describa los cambios que observe. Establezca un paralelo entre el efecto del aire en uno y en otro caso.

Experimento XXXVII

Prueba rápida de las principales impurezas del agua

Aparatos: Tubos de ensayo, lámpara.

Materiales: Agua destilada, ácidos clorhídrico, nítrico y sulfúrico, permanganato de potasio $KMnO_4$, nitrato de plata, hidrato y oxalato de amonia, $(NH_4)_2C_2O_4$ cloruro de bario, hidrato de calcio.

a) *Materia orgánica.* Eche en un tubo de prueba agua destilada hasta la tercera parte y en otro tubo eche igual cantidad de agua de la pluma a la cual se le han agregado pedacitos diminutos de papel. Agréguele una o dos gotas de ácido sulfúrico a cada tubo y una gota de permanganato de potasio disuelto en agua destilada. Marque un tubo. Caliéntelo hasta la ebullición. Caliente el otro también hasta el punto de la ebullición. Ha habido algún cambio? Si lo hubo, en cuál de los tubos fue? Cuál de las dos aguas tiene más materia orgánica?

b) *Cloruros.* Ponga agua destilada en un tubo de ensayo hasta la tercera parte. Añádale tres o cuatro gotas de ácido nítrico y otras tantas de nitrato de plata. Haga lo mismo con agua de la pluma, o con agua a la cual se le ha agregado un poquito de cloruro de sodio o de otro cloruro cualquiera. Cuál es la diferencia entre los resultados? Cuál es la reacción que tiene lugar entre el nitrato de plata y el cloruro? Agréguele unas gotas de hidrato de amonio. Qué sucede? El experimento descrito constituye la prueba de los cloruros.

c) *Sulfatos.* Ponga agua destilada en un tubo de prueba hasta la tercera parte. Añádale un centímetro cúbico de ácido clorhídrico, más o menos, y caliéntelo en la lámpara Bunsen. Agréguele ahora dos gotas de cloruro de bario. Haga lo mismo con agua del acueducto, o con agua a la cual se le ha agregado un poquito de sulfato de magnesio. Cuál es la diferencia entre los resultados? Hierva unos segundos el contenido del último y déjelo reposar en la percha. Esta es la prueba de los sulfatos.

d) *Calcio.* Ponga agua destilada en un tubo de prueba hasta la tercera parte. Agréguele dos centímetros cúbicos de agua de cal. Añádale ahora tres o cuatro gotas de oxalato de amonio. Cuál es la reacción que ha tenido lugar entre el oxalato y el calcio? Este precipitado es soluble en ácido clorhídrico; pero no en ácido acético. Divídalo en dos porciones y pruebe ambos ácidos. El experimento descrito constituye la prueba de los compuestos del calcio.

Experimento XXXVIII

La crudeza del agua

Aparatos: Bureta, varilla de vidrio, vasos químicos, vasija de evaporar, matraz, lámpara.
Materiales: Acido sulfúrico, indicador lacmoide.

a) *Crudeza permanente.* La crudeza permanente del agua se determina averiguando su alcalinidad. Mida 1000 c.c. de agua de la pluma en una vasija grande de evaporar y agréguele 0.5 c.c. de indicador lacmoide. (dos gramos en un litro de alcohol de 50%.) Agréguele

ácido sulfúrico quincuagésimo normal (N/50) de una bureta hasta llegar muy cerca del final de la reacción. Ahora coloque la vasija sobre un trípode o un sostén y caliéntela hasta que comience a hervir. Quítela en seguida y continúe la titulación hasta que una gota del ácido que se deje caer baje hasta el fondo sin producir ningún cambio en el rojo uniforme del líquido.

El número de c.c. de ácido sulfúrico (N/50) usado multiplicado por diez da el número de partes de crudeza por millón en términos de carbonato de calcio. Esta es también la alcalinidad del agua. En vez de lacmoide puede usarse fenacetolín o ácido rosâlico o metilo anaranjado. Si se usa este último no es necesario calentar el agua para librarla del ácido carbónico libertado en la reacción. Pero su uso no es recomendable porque algunas de las sustancias purificadoras del agua intervienen con la reacción.

b) *Crudeza transitoria.* Eche en un matraz 200 c.c. de agua de la pluma. Marque el nivel del agua, hierva el agua durante media hora. Reponga el agua evaporada con agua destilada hervida, y fíltrela. Determine y calcule la alcalinidad en 10Cc.c. como se ha descrito.

La diferencia entre la crudeza permanente y la alcalinidad de esta agua será la crudeza transitoria.

Experimento XXXIX

Peróxido de hidrógeno

Aparatos: Vaso químico, embudo, varilla de vidrio.
Materiales: Bióxido de bario, BaO_2, ácido sulfúrico diluído, sulfuro de plomo, PbS, solución muy débil de permanganato de potasio.

Eche de tres a cinco gramos de bióxido de bario, poco a poco en un vaso químico que contenga ácido sulfúrico diluído, sin dejar de revolverlo ni un momento. Fíltrelo y guarde el filtrado.

Trate una solución muy débil de permanganato de potasa con un poco de este filtrado. Qué sucede? Trate un poco de sulfuro de plomo con otro poco del filtrado. Qué sucede? Escriba todas las reacciones que tienen lugar en este experimento.

Para confirmar los resultados trate con peróxido de hidrógeno un poco de la solución de permanganato y otro poco del sulfuro de plomo.

Cuál es la propiedad química más importante del peróxido de hidrógeno?

EL NITROGENO Y SUS COMPUESTOS

Experimento XL

Preparación del nitrógeno

Aparatos: Campana de vidrio con tapón, corcho grande y delgado, tapa de un crisol de porcelana, vasija pneumática, varilla de vidrio, cuchara de combustión.

Materiales: Fósforo, azufre.

El aire es una mezcla de cuatro partes de nitrógeno y una de oxígeno, aproximadamente. Si se logra separar el oxígeno quedará el nitrógeno.

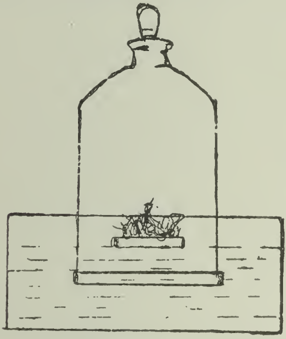

Figura 29

Eche un poco de agua en una vasija pneumática. Haga una incisión en el centro de un corcho ancho y delgado e inserte en ella el asa de una tapa de un crisol de porcelana. Ponga uno o dos pedacitos de fósforo sobre la tapa y deje flotar el corcho en la vasija pneumática. Toque el fósforo con una varilla de vidrio caliente y en seguida cúbralo con la campana de vidrio, la que dejará sumergir poco a poco en el agua hasta que descanse en el fondo de la vasija (Fig. 29.)

Cuando termine la combustión y se disipe la nube que había dentro de la campana note lo que ha pasado en el agua dentro de la campana. Por qué ha sucedido esto? Describa todo lo que ha visto. Examine el gas para averiguar su olor, su color, su sabor, etc. Destape con cuidado la campana e introdúzcale una astilla de madera encendida. Qué sucede? Es comburente el gas? Es combustible? Introduzca en la campana una cuchara de combustión con un pedazo de azufre encendido. Qué sucede? Cuáles son las propiedades físicas y químicas del nitrógeno? Escriba la reacción que tuvo lugar.

Experimento XLI

El amoníaco

Aparatos: Generador hecho con un matraz de 250c.c, baño de arena, lámpara, frasco cónico, varilla de vidrio, frascos y cuadrados de vidrio.

Materiales: Oxido de calcio, CaO, (cal) cloruro de amonio, astilla de madera, papel tornasol, ácido clorhídrico.

a) *Preparación.* Mezcle bien diez gramos de cal y otro tanto de cloruro de amonio. Ponga la mezcla dentro del generador y tápelo bien. Echele un poquito de agua por el tubo de seguridad para humedecer la mezcla. Conecte la botella de recoger el gas como está indicado en la (Fig. 30.) Caliente poco a poco el baño de arena sobre el cual descansa el matraz. Recoja cuatro botellas (en botellas muy bien secas) las que cubrirá con sus respectivos cuadrados de vidrio. Para saber cuando está llena, póngale en la boca un pedacito de papel tornasol rojo mojado. *No huela el gas.*

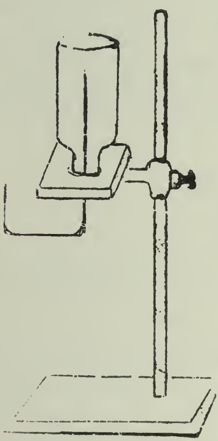

Figura 30

Desconecte el tubo conductor en la unión y añádale un pedazo recto. Eche un poco de agua en un frasco cónico y haga pasar el gas a través de esta agua.

b) *Propiedades.* Pruebe el gas con un pedazo de papel tornasol húmedo y con una astilla encendida, note el color, con mucha cautela el olor, su peso comparado con el aire y todas las demás propiedades físicas. Es más o menos pesado que el aire? Es comburente? Es combustible?

Sostenga con la boca hacia abajo una botella dentro del agua. Describa el resultado. Qué indica esto? Qué propiedades demuestra esto? Tape la botella con un cuadrado de vidrio e inviértala. Pruebe con papel tornasol el líquido. Explique todo esto.

Caliente una botella vacía y seca, échele una o dos gotas de ácido clorhídrico e invierta una del gas colectado sobre ella. Describa el resultado.

Echele ácido clorhídrico al líquido del frasco cónico. Qué sucede? Qué olor se desprende de él? Coja un poquito del líquido y evapórelo en una vasija de evaporar. Qué solución será ésta? Escriba todas las reacciones.

Experimento XLII

Oxido nitroso

Aparatos: Retorta, vasija pneumática, lámpara, sostén de hierro.

Materiales: Nitrato de amonio, NH_4NO_3.

a) *Preparación.* Caliente gradualmente unos 10 gramos de nitrato de amonio en una retorta grande. Cuando haya salido el aire del aparato recoja el gas por medio del desalojamiento del agua; pero el agua debe ser caliente. Por qué?

b) *Propiedades.* A qué huele el gas? A qué sabe? Qué color tiene? Introdúzcale una astilla de madera

encendida. Es comburente? Es combustible? Repita el experimento XXXIII usando este gas en vez de oxígeno? Actúa este gas lo mismo que el oxígeno?

Experimento XLIII

Oxido nítrico

Aparatos: **Botellas de gas, aparato generador, vasija pneumática.**

Materiales: **Virutas de cobre, ácido nítrico concentrado.**

a) *Preparación.* Arregle el aparato generador como se acostumbra. Ponga adentro unas cuantas virutas de cobre y agréguele por el tubo de seguridad suficiente ácido nítrico para cubrir las virutas. Recoja cuatro botellas por el desalojamiento del agua y tápelas. Qué color tiene este gas?

b) *Propiedades.* Observe el color y demás propiedades del gas mientras está tapada la botella. Destape una y compárela con una de las que están tapadas y con el gas que se vió en el generador al principio del experimento.

Eche unos 25 c.c. de agua en otra de las botellas, cúbrale la boca y agítela. Por qué ha desaparecido el gas?

Pruebe en la otra botella a ver si el gas es combustible o comburente. De dónde proviene el gas? Escriba la reacción.

Experimento XLIV

Acido nítrico

Aparatos: Retorta, lámpara, sostén de hierro, trípode, cuadrado de tela de alambre, matraz.

Materiales: Nitrato de sodio, $NaNO_3$, ácido sulfúrico.

a) *Preparación.* Eche en una retorta de quince a veinte gramos de nitrato de sodio y un peso igual de ácido sulfúrico concentrado. Coloque la retorta sobre un trípode, resguárdela con un cuadrado de tela de alambre y afírmela de un sostén de hierro. Introduzca el cuello de la retorta en el cuello de un matraz. Caliente poco a poco la retorta. Descanse el matraz en un platón con agua de hielo. Según progrese la reacción, dele vuelta al matraz y échele agua fría en la parte caliente del matraz para facilitar la condensación de los vapores. No caliente demasiado la retorta.

b) *Propiedades.* De qué color son los vapores desprendidos de la retorta? Una vez condensado qué color tiene el líquido? Es ese el color del ácido nítrico puro? Por qué sale teñido el destilado? Diluya una parte del ácido nítrico que acaba de destilar y hierva en él un carrizo de pluma de pavo o de pato. Qué cambio observa al principio? Qué efecto tiene el calor prolongado? Bote el ácido y lave la pluma con agua. Es el color permanente?

Eche diez o doce gotas de ácido nítrico en una solución de índigo. Qué sucede? Es el cambio permanen-

te? Si con amonia vuelven las cosas a su estado primitivo el cambio no es permanente.

Derive sus conclusiones acerca de la acción del ácido nítrico sobre la materia orgánica. Resuma las propiedades físicas y químicas del ácido nítrico.

EL CARBONO Y SUS OXIDOS

Experimento XLV

Distribución del carbón

Aparatos: Crisol de barro, lámpara.
Materiales: Arena, algodón, $(C_6H_{10}O_5)n$, madera, $(C_6H_{10}O_5)n$, almidón, $(C_6H_{10}O_5)n$.

Cubra el fondo de un crisol con una capa delgada de arena: ponga sobre la arena un pedacito de madera, una bolita de algodón bien apretada, un poquito de almidón. Llene el crisol de arena seca y póngalo en un anillo de de hierro. Caliéntelo hasta que cese de humear. Cuando el crisol se haya enfriado vacie su contenido en una olla de hierro. Examine el contenido. Puede usted distinguir las sustancias que puso en el crisol? Qué es lo que ha quedado? Qué demuestra esto respecto de la distribución del cabón en la Naturaleza? Eche una gota de ácido sulfúrico sobre una hoja de papel y otra sobre un pedazo de madera. Qué sucede? Qué es lo que queda en los experimentos con el ácido sulfúrico y el azúcar, el papel y la madera?

Derive una conclusión general respecto de la distribución del carbón en la Naturaleza.

Experimento XLVI

Acción descolorante del carbón

Aparatos: Tubo de prueba.
Materiales: Carbón animal, C, solución de índigo o de caramelo.

Eche en un tubo de prueba carbón animal hasta la cuarta parte del tubo. Agregue unos 10 c.c. de la solución de índigo o caramelo. Agítelo por espacio de un minuto y caliéntelo un poco. Fíltrelo y reciba el filtrado en otro tubo de prueba limpio. Compare el color del filtrado con el de la solución original. Explique el cambio de color. Otras sustancias orgánicas además del caramelo y del índigo cambian de color al contacto del carbón animal. Derive una conlcusión general respecto del poder que tiene el carbón para afectar el color de las soluciones orgánicas.

Experimento XLVII

Acción desinfectante del carbón

Aparatos: Tubo de prueba, corcho.
Materiales: Solución débil de sulfuro de hidrógeno, H_2S, carbón vegetal.

Huela una solución débil de sulfuro de hidrógeno. Ponga en un tubo de prueba carbón animal hasta la mitad del tubo y agréguele 5 c.c. de la solución de sulfuro de hidrógeno. Tápelo con un corcho. Si se sale, unte de vaselina las uniones del corcho con la boca del tubo para que queden a prueba de gas. Agítelo vigorosamente durante unos minutos. Después de 15 o 20 minutos quite el tapón y huela el contenido. Es el olor tan ofensivo como antes? Agítelo unos minutos más y después déjelo reposar un rato. Huélalo ahora. Explique este cambio.

Experimento XLVIII

Anhidrido carbónico

Aparatos: **Aparato generador, lámpara, botellas, vasos químicos.**

Materiales: **Pedacitos de mármol, ácido clorhídrico, un cabo de vela, solución de agua de cal, viruta, hidrato de sodio,**

a) *Preparación.* Arregle el aparato generador como de costumbre para recoger el gas por desalojamiento del aire, pero interponga una botella con agua para obtener una solución del gas. Este gas también puede recogerse por desalojamiento del agua. Eche en el generador un poquito de agua e introduzca con cuidado 10 o 12 pedacitos de mármol. Eche por el tubo de seguridad suficiente ácido clorhídrico para que tenga lugar la reacción. Regoja 4 o 5 botellas del gas. Separe la botella donde está la solución del gas. Es esta reacción violenta o lenta? Qué particularidades le nota usted? De dónde sale el CO_2?

b) *Propiedades Químicas.* Pase una corriente de este gas por un tubo de prueba que contenga agua de cal,

o eche un poco de agua de cal en una botella del gas y agítela. Qué sucedió? Eche un poquito de la solución del gas en un tubo de prueba y agréguele una cantidad de agua igual a la de su volumen. Pruébela con papel tornasol. Qué reacción tiene? Hierva la solución y pruébela otra vez con papel tornasol. Qué reacción tiene ahora? Cómo explica usted esto?

Esta es la prueba para el anhidrido carbónico. Escriba la reacción. Encienda una viruta de madera e introdúzcala en una botella del gas. Qué sucede? Qué es este gas con respecto de la combustión? Encienda un cabo de vela y póngalo sobre el banco del laboratorio. Vacie sobre él, como quien vacia agua, una botella de gas. Qué sucede? Qué uso práctico podría tener el CO_2 en virtud de esta propiedad? Qué demuestra esta prueba respecto de la gravedad específica del gas?

c) *Propiedades Físicas.* Qué color tiene el gas? A qué huele? Qué sabor tiene? Balancee dos vasijas en la balanza y eche el contenido de una botella de gas en una de ellas: tiene peso el gas? Es más pesado o menos pesado que el aire?

Pase una corriente lenta de este gas por una solución de hidrato de Sodio. Qué sucede? Qué se hace el gas? Por qué no hay precipitado en este caso ni en el caso del agua y sí hubo cuando se usó agua de cal? Eche agua hasta la tercera parte de una de las botellas de gas; tápela con la mano y agítela vigorosamente. Sin quitar la mano, inviértala en una vasija llena de agua. Describa y explique el resultado. Revela algo este resultado acerca de la solubilidad del gas?

Experimento XLIX

Preparación y propiedades del monóxido de carbono (CO)

Aparatos: Un generador, vasija pneumática, botellas de gas, tubos de pruebas, un frasco cónico de Erlenmeyer, lámpara, cuadrados de vidrio.

Materiales: Hidrato de sodio, ácido oxálico, $H_2C_2O_4$, ácido sulfúrico, agua de cal.

a) Construya un aparato generador usando para ello un frasco cónico, lave el gas en hidrato de sodio y recójalo por desalojamiento del agua.

Ponga cinco gramos de ácido oxálico cristalizado en el frasco y cuide bien de que las conecciones estén todas apretadas y agregue ácido sulfúrico (15c.c.) concentrado por el tubo de seguridad. Caliente el frasco cuidadosamente, es decir, poco a poco, dándole para ello un movimiento rotatorio a la lámpara. El gas que se recoge por el desalojamiento del agua es monóxido de carbono. Use una llama pequeña para que no haya efervescencia. En caso de que se vean burbujas retire la lámpara inmediatamente. Recoja todo el gas que salga, pero no use las dos primeras botellas de gas. Por qué? Cubra las botellas de gas con cuadrados de vidrio y póngalas a un lado. Desconecte el generador y póngalo en la cámara pneumática hasta que se enfríe.

b) Pruebe el gas de la manera siguiente: note el color, ponga una astilla encendida a la boca de una botella. Es inflamable? Es comburente? Qué color tiene la llama al contacto del gas?

Si es inflamable explique cómo ha actuado el gas al quemarse. Coja otra astilla encendida e introdúzcala en la misma botella; describa el resultado. Derive sus conclusiones.

Use otra botella de gas de la misma manera que en la primera prueba, entonces eche un poquito de agua de cal y agítela. Cómo corrobora este experimento el resultado a que había llegado Ud. en la prueba anterior?

Agregue un poquito de ácido a la botella que sirvió para lavar el gas. Qué gas se produjo además del monóxido de carbono?

EL AZUFRE Y SUS COMPUESTOS

Experimento L

Propiedades del azufre (Solubilidad)

Aparatos: Tubos de ensayo, lámpara, cuadro de vidrio.
Materiales: Azufre, alcohol, cualquier ácido, bisulfuro de carbono.

a) Examine un pedazo de azufre cuidadosamente. A qué huele? Qué sabor tiene? Qué color tiene? Determine si es plástico, suave, etc., y describa en pocas palabras todas sus propiedades físicas observadas.

b) Eche en un tubo de ensayo un pedacito de azufre del tamaño de una lenteja y agréguele unos diez centímetros cúbicos de agua fría. Sacúdalo fuertemente durante dos minutos. Eche unas gotitas sobre una vasija de evaporar o sobre un cuadrado de vidrio y páselo cuidadosamente sobre la llama de una lámpara para evaporar el líquido. Es soluble el azufre en agua fría?

c) Repita el experimento usando agua hirviendo y calentando el contenido del tubo con frecuencia. Qué cambio ha notado Ud en el azufre? Es soluble el azufre en agua caliente?

d) Repita el experimento con un ácido cualquiera en frío primero y después caliente el contenido del tubo hasta la ebullición. Qué ha notado Ud? Es el azufre solu-

ble en ácidos fríos? Lo es en ácidos calientes? Apague la lámpara.

e) Eche un pedacito de azufre y un poquito de alcohol en un tubo de ensayo y agítelo como en los experimentos anteriores durante dos minutos. Eche unas gotas del líquido en una vasija de evaporar o en un cuadrado de vidrio y déjelo al aire para que se evapore solo. No lo ponga cerca de la lámpara. Qué nota Ud? Es el azufre soluble en alcohol?

f) Repita el experimento usando bisulfuro de carbono en vez de alcohol y tome las mismas o mayores precauciones respecto de la proximidad de una llama. Qué observa Ud? Es el azufre soluble en bisulfuro de carbono?

Cuáles son sus conclusiones respecto de la solubilidad del azufre?

Experimento LI

Purificación y destilación del azufre

Aparatos: Retorta, sostén de hierro, lámpara, vasija de evaporar o vaso.
Materiales: Flor de azufre.

Ponga dentro de una retorta unos 20 gramos de azufre y caliéntelos poco a poco. Observe cuidadosamente todos los cambios que tienen lugar. Reciba el destilado en una vasija de evaporar. Note el vapor que sale al principio. Qué cambios sufre este vapor? Qué es? Será humo? Observe que la última parte del destilado sale en forma de líquido. Qué color tiene este líquido? Se solidifica en forma de polvo?

La primera parte del destilado recibe el nombre de «Flor de Azufre» y la segunda parte se llama «Azufre de barra o Azufre Común»

Cuáles son las principales diferencias entre la flor de azufre y el azufre común?

Experimento LII

Formas alotrópicas del azufre

Aparatos: Tubo de ensayo viejo, vasija de evaporar, vaso químico.

Materiales: Azufre, agua, bisulfuro de carbono.

a) *Monoclínico.* Caliente hasta la ebullición unos cuantos gramos de azufre en una vasija de evaporar. Deje que el líquido se enfríe y apenas note que sale el primer cristal por debajo de la superficie, rompa la costra y vacie rápidamente el líquido en un vaso químico con agua. Cuando la vasija esté enteramente fría examine los cristales del interior. Observe y anote sus propiedades, especialmente la forma, tamaño, color, lustre, fragilidad o elasticidad y cualesquiera otras propiedades características. Deje la vasija con los cristales aparte en un lugar del banco donde no tenga que tocarla más hasta el próximo día de laboratorio y entonces examínelos otra vez. Han variado? Rompa uno entre los dedos y examine sus partículas. Qué observa?

b) *Ortorrómbico.* Ponga dos o tres gramos de flor de azufre en un tubo de pruebas y agréguele unos cinco

centímetros cúbicos de bisulfuro de carbono y agítelo hasta disolver el azufre enteramente. Vacie el líquido en una vasija de evaporar limpia y seca y póngala en la cámara pneumática para que se evapore. Observe el final de la cristalización. Con unas pinzas separe los cristales más perfectos. Examínelos como en la parte (a) de este experimento y note asimismo sus propiedades. Son diferentes a los que se obtuvieron en (a)?

c) *Amorfo.* Caliente en un tubo de ensayo viejo un pedacito de azufre poco a poco. Cuando esté hirviendo vácielo en un vaso de agua fría. Saque un pedacito de los que cayeron en el agua y observe sus propiedades como en los casos anteriores. Pruebe su solubilidad en bisulfuro de carbono. Se parece al azufre obtenido en las partes (a) y (b) de este experimento? Deje ese pedacito fuera del agua hasta el próximo día de laboratorio y examínelo otra vez. Han cambiado sus propiedades?

Qué quieren decir las palabras *amorfo, monoclínico* y *ortorrómbico*?

Por medio de un cuadro de resultados compare los obtenidos en las tres partes de este experimento.

Dibuje un cristal monoclínico y uno ortorrómbico; escoja para modelo uno de los más perfectos.

Experimento LIII

Efectos del azufre sobre los metales

Aparatos: Tubo de ensayo, lámpara.
Materiales: Azufre, hierro, cobre.

a) Caliente un poquito de azufre en un tubo de ensayo viejo; deje caer con mucho cuidado dentro del tubo un clavo nuevo y brillante, sostenido por un alambre delgado o un hilo; sáquelo después de unos segundos y compare sus propiedades físicas con las que tenía antes de introducirlo en el azufre derretido. Raspe la costra y examine sus propiedades, será hierrro?

b) Repita el experimento usando una viruta de cobre en vez del clavo. Examine bien la costra y dé su opinión respecto de su formación. De los experimentos anteriores derive sus conclusiones respecto del efecto del azufre sobre los metales. Hay alguna semejanza entre estas reacciones y las del oxígeno con los metales según el experimento Nº 1?

Cuál es su opinión respecto del poder de combinación del azufre? Por los conocimientos que Ud. tiene de las reacciones directas, cuáles serán los constituyentes de las costras negras en este experimento? Trate un clavo nuevo con un poquito de ácido sulfúrico, huela el tubo; repita con el que tiene la costra negra. Será la costra un nuevo compuesto? El gas que da el olor en este caso es ácido sulfhídrico.

Experimento LIV

Anhidrido sulfuroso

Aparatos: Campana de vidrio.
Materiales: Azufre, un pedazo de tela de color, flores o hierba.

a) Queme un poquito de azufre sobre una astilla de madera o en una vasija y note el olor del azufre quemado. A qué huele? Qué efecto nota usted en las membranas de la nariz y de la garganta?

b) Coloque un gramo de azufre, más o menos, debajo de una campana de vidrio destapada. Encienda el azufre y cuando esté llena la campana observe el producto.

El gas producido es anhidrido sulfuroso. Escriba la reacción. Qué propiedades adicionales nota usted? Use este gas en (c)

c) Moje una tira de trapo de color e introdúzcala por la parte superior de la campana. Observe cuidadosamente. Qué sucede al principio? Después de 5 minutos qué ha sucedido? Introduzca igualmente una flor de color vivo. Qué sucede? Por qué sucede esto? Introduzca una ramita de yerba. Observe cuidadosamente. Qué sucede? Son los resultados idénticos? Cuál es el efecto del anhidrido sulfuroso sobre los colores? Qué uso práctico le suguiere a usted esta propiedad del anhidrido sulfuroso?

Experimento LV

Preparación y propiedades del anhídrido sulfuroso

Aparatos: Un aparato generador hecho con un matraz de 500c.c. de capacidad, botellas para colectar gas.

Materiales: Virutas de cobre, ácido sulfúrico fuerte, papel tornasol, solución débil de permanganato de potasio, hidrato de sodio, ácido clorhídrico diluído.

a) Prepare un aparato generador con un frasco de Florencia de 500c.c. de capacidad, ponga dentro unas virutas de cobre y échele por el tubo de seguridad un poquito de ácido sulfúrico fuerte; caliente el frasco y recoja varias botellas por medio del desalojamiento del aire. Por qué no se recojen de otro modo? Pruebe a ver si el gas ayuda la combustión o es inflamable. Introduzca en una de las botellas una tira húmeda de papel azul de tornasol. (**Fig.**) Cuál es el resultado? Huela el gas.

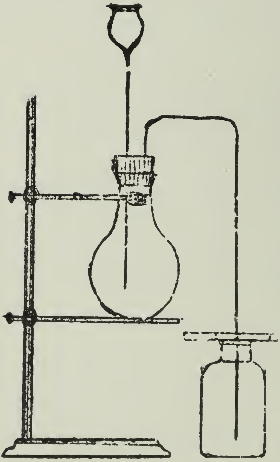

Figura 31

b) Invierta cuidadosamente una de las botellas del gas dentro de una vasija con agua y observe el resultado. Qué propiedad indica esto? Pase un poco del gas por un po-

quito de agua en un tubo de prueba y pruebe el agua con papel tornasol azul. Qué reacción tiene?

c) Ponga en un tubo de prueba o en una botella un poquito de una solución fuerte de hidrato de sodio y pase el gas hasta que dé reacción ácida. Evapore un poquito de esta solución a sequedad y trate el sólido que se cristaliza con unas gotas de ácido clorhídrico diluído. Qué sucede? Qué olor conocido tiene el gas que se desarrolla?

d) Pase un poquito del gas por una solución débil de permanganato de potasio que ha sido acidulada con ácido sulfúrico diluído. Qué sucede? La solución acuosa del gas actúa de igual manera?

Escriba las reacciones que han tenido lugar en este experimento. Qué propiedad demuestra la parte (d) de este experimento?

Experimento LVI

Preparación del ácido sulfhídrico

Aparatos: Generador de gas, vasija de porcelana, vasija pneumática, lámpara.

Materiales: Acido sulfúrico diluído, sulfuro de hierro, astillas de madera.

Arregle un aparato generador después de poner dentro del frasco unos cuantos pedazos de pirita de hierro (sulfuro de hierro) y agréguele ácido sulfúrico diluído por el tubo de seguridad; cuando comience la reacción recoja varias botellas del gas por desalojamiento del aire. Cambie el tubo conductor por uno cuya punta se vuelve hacia arriba y encienda el gas. Observe el color de la llama y el olor del producto de combustión. Aplique a la llama una vasija de porcelana y observe el depósito.

Note el olor y el color del gas. Este olor es una prueba decisiva de su existencia. Introduzca una astilla de madera encendida en una botella del gas y diga si es combustible o comburente.

Invierta una de las botellas en una vasija pneumática con agua y mueva la botella a intervalos sin sacarle la boca del agua. Qué sucede? Qué propiedad demuestra este resultado?

Cambie el tubo conductor del generador por el que tenía antes y pase gas por una botella que contenga un poquito de agua, a través de ésta. Cuando toque la campana tape bien esta botella y guárdela para el próximo experimento.

Escriba la ecuación de la reacción que ha tenido lugar para la formación del sulfuro de hidrógeno. Enumere las propiedades de este gas que se han descubierto por medio de este experimento.

Experimento LVII

Propiedades del ácido sulfhídrico

Aparatos: Tubo de prueba.
Materiales: Solución de sulfuro de hidrógeno (ácido sulfhídrico), $Cd(NO_3)_2$, Ag, $KMnO_4$.

a) Pruebe esta solución con papel tornasol. Qué sucede? Qué reacción tiene?

b) Eche un poco de la solución de ácido sulfhídrico en una solución de nitrato de cadmio gota a gota. Qué sucede al principio? Qué sucede según se aumenta la cantidad de H_2S? Lo que se forma cuando dos líquidos reaccionan se llama *precipitado* y el líquido en el cual queda el precipitado se llama *licor madre*. Cuál es la forma del precipitado?

c) Ponga una gota de la solución sobre una moneda de plata en la parte más limpia y brillante. Qué sucede?

d) Eche un poco de la solución de H_2S gota a gota en una solución de $CaSO_4$. Qué sucede al principio? y después?

e) En una solución de $KMnO_4$ ponga tres gotas de H_2SO_4 puro y después agréguele poco a poco 5c.c. de solución de H_2S. Qué resulta?

Escriba la ecuación de cada una de las reacciones que han tenido lugar en las partes b, c, d y e de este experimento. Qué propiedad del H_2S se ilustra con este experimento?

Experimento LVIII

Propiedades del ácido sulfúrico

Aparatos: Tubo de prueba, varilla de vidrio.
Materiales: Acido sulfúrico, pedazo de papel, un pedazo de madera, azúcar.

a) Eche 5c.c. de H_2SO_4 en 5c.c. de agua. Observe el cambio de temperatura. Este cambio, indica absorción o desarrollo de energía? El H_2SO_4 tiene poca o mucha afinidad por el agua?

b) El papel, la madera, el azúcar, el almidón etc. están compuestos en su mayor parte de carbono en combinación con los elementos del agua en proporción para formarla. El carbón, excepto el cristalino o diamante, es negro.

Introduzca un pedacito de madera en ácido sulfúrico fuerte. Qué nota usted? Qué ha sucedido? Por qué resulta ese color?

c) Moje una varilla de vidrio en el ácido y con él haga una letra o una marca sobre una hoja de papel blanco. Sacuda el papel y caliéntelo cuidando que no se queme. Qué nota usted al calentár el papel? Por qué resulta ese color?

d) Moje un poquito de azúcar que ha sido echada en un tubo de prueba y échele ácido sulfúrico en proporciones pequeñas. Que sucede? Por qué toma ese color?

La fórmula del azúcar es $C_{12}H_{22}O_{11}$; la de la madera es $C_6H_{10}O_5$; la del papel $C_6H_{10}O_6$; la del almidón es $C_6H_{10}O_5$. Cuál es la fórmula de la sustancia negra que ha quedado en cada caso? Cuál es la característica

principal en que se parecen estos experimentos? Cuál ha sido la acción del H_2SO_4 en cada caso? Puede usted explicar por qué se usa el H_2SO_4 para secar los gases húmedos pasándolos a través de él?

LOS HALOGENOS

Experimento LIX

El cloro

Aparatos: Aparato generador completo para el desalojamiento del aire, hecho con un matraz; frasco cónico, baño de arena, botellas de gas.

Materiales: Acido clorhídrico concentrado, bióxido de manganeso.

a) *Preparación.* Ponga unos veinte gramos de bióxido de manganeso en el matraz y cúbralo con ácido clorhídrico comercial concentrado. Conecte del aparato una botella lavadora con ácido sulfúrico concentrado para lavar el gas. Caliente el baño de arena poco a poco y recoja por desalojamiento del aire ocho botellas. Sumerja la punta del tubo conductor en un frasco cónico con agua y pase el gas a través de esa agua durante media hora. Tape cada botella y el frasco cónico.

b) Note muy cuidadosamente el olor del gas. Qué color tiene? Es este gas más liviano que el aire? En qué funda Ud. su respuesta?

Invierta una de las botellas en una vasija con agua. Qué sucede? Explique el resultado.

Introduzca una astilla de madera encendida en una de las botellas, es el gas comburente o combustible?

Añádale una manguera de caucho y un pistón de vidrio al generador y trate de encender el gas en la boca del pistón. Se enciende? Escriba la reacción de este experimento.

Experimento LX

Acción del cloro sobre los metales

Aparatos: Dos botellas de cloro, cuchara de combustión.
Materiales: Antimonio en polvo, Sb, hierro en polvo.

a) Tire un poquito de antimonio en polvo dentro de una botella de cloro. Explique la acción que tiene lugar y escriba la reacción.

b) Caliente hierro en polvo en una cuchara de combustión y tírelo en otra botella de cloro. Explique la acción que tiene lugar.

Experimento LXI

Acción descolorante del cloro

Aparatos: Una botella de cloro.
Materiales: Tinta, papel, zaraza de color, papel tornasol.

a) Escriba sobre un papel con tinta negra y después con tinta roja. Introduzca el papel en una botella de cloro y vuélvala a tapar. Ha habido algún cambio?

b) Eche dentro de la misma botella o de otra nueva una tira de papel tornasol azul y otra de papel tornasol rojo. Eche también un pedacito de zaraza de color y tape la botella. Déjela así durante diez o quince minutos. Ha habido algún cambio?

c) Agréguele a la botella o botellas que contienen los materiales indicados unas cuarenta gotas de agua y después de diez minutos observe el contenido. Ha habido algún cambio?

d) Eche un pedazo de cada cosa en el frasco cónico que contiene la solución de cloro. Después de un rato observe el resultado.

Derive sus conclusiones de este experimento.

Experimento LXII

Acido clorhídrico

Aparatos: Aparato generador completo para colectar gases por el desalojamiento del aire, botellas de gas, frasco cónico.

Materiales: Acido sufúrico diluído, sal común, papel tornasol.

a) *Preparación.* Arregle un aparato generador igual al del SO_3, sin la lavadora. A 15 c. c. de agua fría en un vaso químico, añádale 40c.c. de ácido sulfúrico y déjelo enfriar. Ponga en el frasco del generador 40 gramos de cloruro de sodio. Eche ahora el ácido poco a poco por el tubo de seguridad, caliéntelo gradualmente y recoja seis botellas del gas. Después ponga un frasco Erlenmeyer con agua para que el gas pase a través de ésta. Tape todas las botellas.

b) *Propiedades.* Cuál es el color del gas? Qué olor tiene? A qué sabe? Sople la boca de una botella desta-

pada. Qué observa? Moje un pedacito de papel tornasol e introdúzcalo en la botella. Qué observa Ud? Invierta una de las botellas de gas en una vasija de agua. Qué sucede? Por qué no se recoge este gas por medio del desalojamiento del agua?

Introduzca una astilla de madera encendida en una botella del gas. Es comburente o combustible? Compare este resultado con el obtenido del mismo modo con oxígeno, hidrógeno, cloro, bióxido de carbono y aire.

Moje un pedazo de papel de filtro en amonia e introdúzcalo en una botella del gas. Describa el resultado.

Escriba todas las reacciones que han tenido lugar en este experimento.

Diga qué pruebas haría Ud. para demostrar que el ácido clorhídrico contiene cloro e hidrógeno.

Experimento LXIII

El bromo

Aparatos: Un tubo de prueba grande, un tubo conductor, vasija con agua.

Materiales: Bromuro de potasio, KBr, bióxido de manganeso, ácido sulfúrico diluído.

a) *Preparación.* Doble un tubo de vidrio como está indicado en la figura 32, conéctelo a un tubo de prueba grande por medio de un tapón de caucho de un solo agujero, después de haber echado en el tubo de prueba seis cristales de bromuro de potasio, una cantidad igual de bióxido de manganeso y diez centímetros cúbicos de ácido sulfúrico diluído. Haga hervir pausadamente el contenido del tubo. No sostenga el tubo con la mano sino con unas tenazas de madera y sosténgalo de modo que la curva inferior del tubo conductor quede sumerjida en una vasija de agua. Nacerán sin demora vapores rojos que se condensarán en la segunda curva del tubo. Regule el calor de modo que los vapores desprendidos se condensen todos; si la reacción es muy violenta pasarán fuera del tubo conductor. Cuando no se produzca más bromo, desconecte el tubo de prueba y vacie el bromo en un frasco chico lleno de agua.

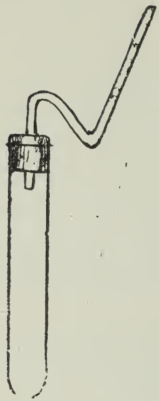

Figura 32

b) *Propiedades.* Con mucha precaución huela el bromo y diga qué olor y qué color tiene. Es volátil? Es soluble en agua? Qué es el bromo, gas o líquido? Qué clase de reacción tiene?

En qué se parece el bromo al cloro y en qué se diferencia de él? En qué es enteramente diferente de todos los otros elementos que hemos estudiado anteriormente? Escriba la reacción que tuvo lugar en este experimento.

Experimento LXIV

Acido bromhídrico

Aparatos: Tubo de prueba, tubo conductor.
Materiales: Bromuro de potasio, ácido sulfúrico concentrado, papel tornasol.

Preparación. Ponga unos cuantos cristales de bromuro de potasio y unas gotas de ácido sulfúrico concentrado en un tubo de prueba al cual se le conectará un tubo conductor igual al usado para el experimento anterior. Eche en la curva inferior del tubo conductor unas gotas de agua. El vapor blanco es ácido bromhídrico.

b) *Propiedades.* Determine el color y el olor del gas. Pruébelo con papel tornasol húmedo. Apenas desconecte el tapón, sople la boca del tubo de prueba. Qué observa? Se parece este ácido al ácido clorhídrico? Qué relaciones encuentra Ud. entre los dos ácidos? Escriba la reacción que tuvo lugar en la preparación del ácido clorhídrico y la que ha tenido lugar aquí. Cuáles son las diferencias entre los resultados de este experimento y del método de preparación y los resultados y el método del experimento para la preparación del ácido clorhídrico?

Experimento LXV

El yodo o iodo

Aparatos: Frasco de Erlenmeyer grande, embudo, lámpara, baño de arena.
Materiales: Yoduro de potasio, bióxido de manganeso, ácido sulfúrico, agua.

a) *Preparación.* Ponga unos cuantos cristales de yoduro de potasio íntimamente mezclados con una cantidad igual de bióxido de manganeso en un frasco Erlenmeyer grande. Agréguele 8 c.c. de agua y 5 c.c. de ácido sulfúrico gota a gota. Invierta sobre él un embudo cuyo tubo ha sido tapado con algodón flojamente. Ponga el frasco Erlenmeyer sobre un baño de arena y caliéntelo paulatinamente. Mantenga la temparatura de modo que el frasco esté siempre lleno de vapores. Si se calienta demasiado se daña el experimento, porque el agua se evapora y se disuelve el yodo. Si se forman cristales en los lados del frasco aplíqueles la llama Bunsen cuidadosamente y desaparecerán. Cuando el embudo contenga suficiente yodo suspenda la operación y ráspelo con la espátula en una vasija de evaporar y tape los cristales.

b) *Propiedades.* Observe el color, olor y demás propiedades físicas del yodo. Toque un cristal con el dedo. Qué sucede? Caliente varios cristales en un tubo de prueba bien seco, poco a poco, y note todos los cambios. Déjelo enfriar. Caliéntelo otra vez y cuando el tubo esté casi lleno de vapores inviértalo en una vasija de agua. Qué demuestra esto respecto de la gravedad es-

pecífica del yodo? Pruebe la solubilidad de un cristal en agua, de otro en alcohol y de otro en yoduro de potasio. En cuál es más soluble? Qué usaría Ud. para quitarse del dedo una mancha de yodo?

Guarde los cristales. Haga una breve comparación de las propiedades físicas de los tres halógenos que hemos estudiado.

Experimento LXVI

La prueba del yodo

Aparatos: Tubos de prueba.
Materiales: Bisulfuro de carbono, agua clorinada, yoduro de potasio, alcohol, yodo.

a) *Yodo libre.* Haga una solución débil de yodo en alcohol o en yoduro de potasio. Añádale unas cuantas gotas de bisulfuro de carbono. Qué color toma el bisulfuro? Qué vapores ha generado? Qué ha visto Ud. recientemente de ese color? Agite el tubo y déjelo reposar.

b) *Yodo en combinación.* Haga una solución débil de yoduro de potasio. Agréguele unas gotas de bisulfuro de carbono. Hay evidencia de la existencia del yodo? Agréguele unas cuantas gotas de agua clorinada y agite el tubo. Se parece este resultado al de la parte (a) de este experimento? El cloro es más fuerte que el yodo y por eso lo liberta de sus compuestos y entonces el yodo, ya libre, da su color característico al bisulfuro de carbono. Escriba la reacción.

Experimento LXVII

Acido yodhídrico

Aparatos: Los mismos del experimento LXIV.

Materiales: Yoduro de potasio, acetato de plomo, $Pb(C_2H_3O_2)_2$ ácido sufúrico concentrado, papel tornasol.

a) *Preparación.* Proceda exactamente lo mismo que para la preparación del ácido bromhídrico, sólo que debe usar yoduro de potasio en vez de bromuro.

b) *Propiedades.* Determine el color y el olor del gas. Pruébelo con papel tornasol húmedo. Qué reacción tiene? Moje un pedazo de papel de filtro en acetato de plomo y acérquelo a la boca del tubo apenas le quite el tapón. Qué oberva? Cuál es el más fuerte de los ácidos de los tres halógenos? Escriba todas las reacciones que han tenido lugar en este experimento. Compare este ácido con los otros dos.

Experimento LXVIII

Acido fluorhídrico

Aparatos: Vasija de plomo, cuadrado de vidrio, cera, un clavo.

Materiales: Fluoruro de calcio, CaF_2, ácido sulfúrico concentrado,

(El ácido fluorhídrico es un veneno corrosivo y quema la carne de una manera horrorosa.)

a) *Preparación.* Ponga en una vasija de plomo cinco gramos de fluoruro de calcio, añádale suficiente ácido sulfúrico concentrado para formar una pasta. Revuélvala con un clavo.

b) *Propiedades.* Note el color y olor del gas que se desprende. Caliente en el horno o sobre asbesto un cuadrado de vidrio. Cúbralo por un lado de cera o parafina. Escriba con un clavo o con un cortaplumas una palabra sobre la cera de modo que los rasgos de las letras dejen el vidrio al descubierto. Coloque este vidrio sobre la vasija de plomo apenas haya terminado de echar el ácido sulfúrico y haya probado la reacción del gas con papel tornasol. La parte cubierta de cera debe estar en contacto con el gas durante varias horas, así es que se dejará la vasija en la cámara pneumática hasta el día siguiente. Quite el vidrio, caliéntelo un poco y límpielo con un papel de periódico. Qué nota Ud? Por qué no deja la vasija en la gaveta de su banco? Por qué no se revuelve la pasta con una varilla de vidrio? Por qué no se lleva a cabo este experimento en una vasija de porcelana? Cuál es la propiedad característica del ácido fluorhídrico?

OTROS METALOIDES

Experimento LXIX

Fósforo

Aparatos: Tubos de pruebas, tenazas, vaso químico, vasija de evaporar.

Materiales: Fósforo amarillo y rojo, bisulfuro de carbono, papel tornasol.

a) *Propiedades físicas.* Examine *bajo el agua* un pedazo de fósforo amarillo. Determine sus propiedades físicas comunes. Pruebe su solubilidad en bisulfuro de carbono. Haga lo mismo con un pedazo de fósforo rojo. Use para esto un pedacito de fósforo del tamaño de una lenteja.

b) *Propiedades químicas.* Queme un pedacito de fósforo en una vasija de evaporar debajo de un vaso químico; pero deje escapar parte del gas. Qué observa? Ponga un poquito de agua en una vasija debajo del vaso y después de un rato pruebe su reacción con papel tornasol.

Experimento LXX

Sílice y ácido silícico

Aparatos: Crisol de porcelana, cacerola de porcelana, varilla de vidrio.

Materiales: Carbonato de sodio, carbonato de potasio, arena lavada con ácido, ácido clorhídrico.

El silicio no se encuentra en estado libre; pero es uno de los elementos más comunes. Su óxido se llama bióxido de silicio o sílice técnicamente, pero no es otra cosa que arena en estado puro.

Otro compuesto importante es el ácido silícico que se descompone a su vez en arena y agua. El bióxido de silicio es poco fúsil, pero cede a la fuerza de la «mezcla de fusión» que consiste en cuatro partes de carbonato de sodio y cinco de carbonato de potasio.

Preparación del ácido silícico. Eche un poquito de *mezcla de fusión* en un crisol de porcelana y caliéntela con el soplete oxhídrico. Cuando se haya derretido échele la arena que pueda coger entre los dedos pulgar e índice. Esta arena debe ser de la lavada por Ud. en un experimento anterior. Cuando esa arena se haya fundido, échele otro poquito y cuando la fusión de ésta haya terminado, apague el soplete y deje enfriar la fusión. Cuando esté fría, eche el crisol en una cacerola con agua y hiérvalo hasta deshacer la masa fundida. Con una varilla de vidrio despoje el crisol de toda dicha masa. Saque el crisol y hierva el contenido de la cacerola durante unos minutos. Fíltrelo y deseche el papel de filtro y su contendido. Con el filtrado proceda como sigue:

Echele a la mitad ácido clorhídrico gota a gota hasta que los carbonatos hayan sido enteramente descompuestos y fíltrelo. El precipitado gelatinoso es ácido silícico.

Propiedades. Frote entre los dedos un poquito de ácido silícico y describa lo que observa. Describa el color, el olor y el estado físico de este ácido. Pruébelo con papel tornasol.

Bióxido de silicio. Echele ácido clorhídrico a la otra mitad del filtrado hasta que cese la efervescencia de los carbonatos y evapórelo hasta la sequedad. Cuando la masa comience a endurecerse, revuélvala con una varilla de vidrio y agréguele pequeñas porciones de ácido clorhídrico. Cuando ya esté enteramente seco el contenido de la vasija de evaporar siga calentándola durante cinco minutos. Deje enfriar la vasija. El residuo es bióxido de silicio o arena.

Propiedades. Describa las propiedades físicas más conocidas de la arena. Esta está impura y contiene los cloruros de sodio y de potasio. De dónde provienen estos cloruros? Frote un poquito de polvo entre los dedos. Está arenoso? Echele un poquito de agua caliente al contenido de la vasija y revuélvalo con una varilla de vidrio. Se disuelve todo? Qué es lo que se ha disuelto? Dónde está la arena?

Experimento LXXI

El boro

Aparatos: Vasija de evaporar, varilla de vidrio.
Materiales: Alcohol, ácido bórico, ácido sulfúrico.

El boro tampoco existe en estado libre. Casi todos los boratos se derivan del ácido pirobórico ($H_2B_4O_7$). El ácido bórico (H_3BO_3) es, sin embargo, el compuesto de boro más usado.

La prueba del boro. Eche un poco de ácido bórico o de un borato cualquiera en una vasija de evaporar. Añádale suficiente ácido sulfúrico para hacer una pasta. Revuélvalo con una varilla de vidrio mientras echa el ácido. Añádale dos centímetros cúbicos de alcohol y enciéndalo. Siga revolviéndolo con la varilla de vidrio. El tinte verde de la llama indica la presencia del boro.

Experimento LXXII

Arsénico

Aparatos: Aparato generador de hidrógeno con tubo para quemar el gas, vasija de evaporar.

Materiales: Zinc, ácido sulfúrico diluído, cloruro de arsénico, $AsCl_3$.

Genere hidrógeno en un generador y páselo por un tubo horizontal terminado en una punta ligeramente arqueada hacia arriba.

Deje que *salga todo el aire* del aparato y encienda el gas. Echele por el tubo de seguridad un poquito de una solución de cloruro de arsénico. Note el cambio en la llama. Ponga una vasija de porcelana con agua sobre la llama. Fíjese en el color de la mancha. Este depósito es arsénico. Caliente el tubo largo y diga qué le sucede a la llama y al tubo.

Experimento LXXIII

Antimonio

Aparatos: Los mismos del experimento anterior.
Materiales: Zinc, ácido sulfúrico, cloruro de antimonio, $SbCl_3$.

Repita el experimento anterior usando cloruro de antimonio en vez de cloruro de arsénico. Son iguales los resultados? Son las manchas iguales? La mancha en este caso es antimonio.

LOS METALES ALCALINOS

Experimento LXXIV

Sodio

Aparatos: Vasija de evaporar, cortaplumas, vasija pneumática,

Materiales: Sodio, Na.

Corte un pedacito de sodio del tamaño de una lenteja y expóngalo al aire en una vasija de evaporar. Observe todos los cambios. Echelo en una vasija de agua. Describa todo lo que vea.

Experimento LXXV

Potasio

Aparatos: Los mismos del experimento anterior.

Materiales: Potasio.

Corte un pedacito de potasio y proceda como en el experimento anterior. Describa todo lo que vea.

Experimento LXXVI

Compuestos de sodio y de potasio

Aparatos: Buretas, vasos, varillas de vidrio.
Materiales: Soluciones de ácido sulfúrico, hidrato de sodio y de potasio, indicador.

Titule con su ácido sulfúrico decinormal las soluciones de hidrato de sodio y de potasio que hay en el laboratorio.

Experimento LXXVII

Bario, estroncio y calcio

Aparatos: Tubos de prueba, crisol de barro.
Materiales: Soluciones de sales de bario, estroncio y calcio; ácido oxálico, carbonato de calcio, sílice y barro o yeso.

a) Eche en sendos tubos de prueba un poquito de los cloruros de calcio, estroncio y bario respectivamente. Añádale a cada tubo unas cuantas gotas de ácido oxálico y observe el resultado. Se parecen en algo estos resultados?

b) *Fabricación del vidrio.* Eche en un crisol de barro veinte gramos de carbonato de sodio, cinco de carbonato de calcio pulverizado y seis de arena lavada y pulverizada. Cubra el crisol con una tapa y caliéntelo con la llama más fuerte de la lámpara Bunsen hasta que se funda el contenido. Siga calentando la masa fundida durante diez minutos y vácielo en un molde de barro o de yeso que haya hecho Ud. anteriormente

Durante el proceso se han escapado dos moléculas de anhidrido carbónico por cada combinación atómica, cuál es la constitución aproximada del vidrio? Estará formado de carbonatos?

Nota: Si se desea que el vidrio sea de color se le añadirá a la mezcla el óxido de un metal como colorante. El óxido de cobalto da vidrio azul, el de cromio o el de cobre lo da verde, el de uranio da amarilllo y el de estaño da blanco de esmalte.

Experimento LXXVIII

El espectro de los metales alcalinos

Aparatos: Alambre de platino, lámpara, vidrio de cobalto, espectroscopio.

Materiales: Soluciones de sales de sodio, potasio, bario, Ba, estroncio, Sr, y calcio, Ca.

a) Limpie un alambre de platino, para lo cual debe sostenerlo en la llama de la lámpara de Bunsen durante unos minutos. Mójelo separadamente en cada solución y sosténgalo en la llama hasta limpiarlo cada vez que lo moje en una de las sales. Sostenga el alambre en la parte exterior de la llama y note la coloración de la llama que produce cada sal. Esta coloración es característica de cada uno de los metales.

b) Repita el experimento anterior; pero mire la coloración de la llama a través del vidrio de cobalto. Se ve la coloración en cada caso? Si estuvieran juntos el sodio y el potasio cómo haría Ud. para saberlo? Pruebe a ver.

c) Mire ahora la coloración a través de un espectroscopio. Las líneas son características de cada uno de los metales según se han notado. En caso de duda consulte con el Profesor.

LOS METALES DEL PRIMER GRUPO

Experimento LXXIX

Plata, plomo y mercurio

Aparatos: Tubos de prueba, lámpara.

Materiales: Soluciones de nitratos de plata, de plomo, $Pb(NO_3)_2$ y de mercurio, $Hg(NO_3)_2$, ácido clorhídrico, cromato de potasio, hidrato de amonio.

a) *Plata.* Eche un poquito de nitrado de plata en un tubo, diluya la solución en agua destilada, eche una o dos gotas de ácido clorhídrico. Agite el tubo. Describa el resultado. Deje reposar el tubo unos minutos y decante el líquido. Añádale al precipitado un poco de amonia. Qué sucede? Esta es la prueba para la plata.

b) *Plomo.* Eche unas gotas de la solución de nitrato de plomo en un tubo de prueba y dilúyalo con agua destilada. Añádale unas gotas de ácido clorhídrico y agítelo. Qué observa? Déjelo reposar unos minutos y decante el líquido. Echele al tubo un poco de agua destilada y caliéntelo. Qué sucede? Agréguele ahora una o dos gotas de cromato de potasio. Qué observa? Esta es la prueba para el plomo.

c) *Mercurio.* Eche un poquito de nitrato de mercurio en un tubo de prueba y dilúyalo con agua destilada Añádale unas gotas de ácido clorhídrico y agítelo. Qué observa? Es este resultado idéntico al obtenido en los dos casos anteriores en iguales circunstancias? Deje reposar el tubo y decante el líquido al cabo de algunos minutos. Añádale unas gotas de amonia al tubo. Qué observa? Esta es la prueba para el mercurio.

Estos tres metales forman el primer grupo de metales en el análisis cualitativo.

Experimento LXXX

Separación de los metales del primer grupo

Aparatos: Tubos de prueba, embudo.
Materiales: Papel de filtro, las mismas soluciones y materiales del experimento anterior.

Mezcle en un solo tubo iguales cantidades pequeñas de los tres nitratos y dilúyalos con agua destilada. Eche ácido clorhídrico hasta cuando no se forme más precipitado y agite el tubo. Déjelo reposar unos segundos y decante el líquido. Agréguele diez c.c. de agua destilada y hierva el contenido del tubo durante dos minutos. Vacie cuidadosamente el líquido a través de un embudo arreglado con un papel de filtro y recoja el filtrado en un vaso o en otro tubo. Echele más agua caliente al precipitado y hiérvalo otra vez. Vacie todo en el embudo y lave el precipitado con agua caliente de la botella de lavar precipitados. Recoja este filtrado en otro vaso o tubo. Al primer filtrado añádale unas gotas de cromato de potasio. Ahora échele cromato al segundo filtrado. Si todavía da prueba de que

contiene plomo, siga lavando con agua caliente hasta que el último tubo de filtrado no dé tal evidencia.

Lave ahora todos los tubos que usó para recojer el filtrado y ponga uno limpio debajo del embudo. Echele al embudo dos centímetros cúbicos de amonia. Lave el precipitado con la botella y neutralice el filtrado con ácido nítrico. En este tubo está la plata, en el embudo queda el mercurio y el plomo ha sido separado antes de separar estos dos metales.

INDICE

Página
Resolución del Poder Ejecutivo por la cual se adopta esta obra como texto oficial de enseñanza III
Obras científicas del Dr. Patterson IV
Prefacio V

Introducción

Símbolos 1
Fórmulas 2
Pesos atómicos 2
Cuadro de los elementos 3
Radicales 4
Cuadro de los radicales principales 5
Limpieza 5
La lámpara de Bunsen 6
Para encender la lámpara 6
La llama luminosa y la llama incolora 8
La lámpara Bunsen 8
La llama 9
La llama oxidante y la llama reductora 10
Modo de trabajar el vidrio 11
Explicación (Para cortar vidrio) 11
Explicación (Para doblar vidrio) 13
Explicación (Para emparejar vidrio) 16
Modo de construir una botella de lavar precipitados 17
Explicaciones (Para hervir un líquido) 20
Explicación (Para filtrar un líquido) 21
Explicaciones (Para vaciar un líquido) 22
Filtración 24
El generador de gas 25
Cuadro del sistema métrico decimal 31
Cuadro de transformaciones 31
Equivalencias de longitud 32
Cuadro de equivalencias de volumen 32
Cuadro de equivalencias de peso 32
Cuadro de tensión acuosa (Regnault) 33
Transformación de grados 33
Peso de un litro de gas a 0. grados centígrados y 760 mm 34

Cambios físicos y cambios químicos

Página
Acción del calor sobre los metales 35
Acción del fuego sobre los compuestos 36
Acción del fuego sobre los compuestos 37
Combinación y mezcla 39
La reacción química 40

Energía desarrollada o transformada en la reacción

Reacciones endotérmicas 42
Reacciones exotérmicas 43

La solución

Solución de gases 45
Solubilidad de los líquidos 46
Solubilidad de los sólidos 47
Solución supersaturada 48
Solución y acción química 49
Efecto de la solución 50

Acidos, bases y sales

Oxidos básicos y óxidos ácidos 51
Propiedades de los ácidos 53
Propiedades de las bases 54
Propiedades de las sales 56

Neutralización

Interacción de ácidos y bases 57
Relación cuantitativa entre ácidos y bases 59
Relación cuantitativa entre ácidos y bases 61
Relación cuantitativa entre ácidos y bases 61

Hidrógeno

Preparación del hidrógeno 64
Propiedades físicas del hidrógeno 66
Propiedades químicas del hidrógeno 67
Determinación cuantitativa del peso del hidrógeno que produce una cantidad conocida de zinc 69
Cálculo 70

Oxígeno

Página
Preparación del oxígeno.. 72
Método del laboratorio 74
Propiedades del oxígeno.......... 75
Ozono.. 76

Agua

Agua de cristalización............ 77
Otras relaciones entre las sales y el agua....... 78
Prueba rápida de las principales impurezas del agua......... 79
La crudeza del agua............................ 80
Peróxido de hidrógeno........... 82

El nitrógeno y sus compuestos

Preparación del nitrógeno... 83
El amoníaco...... 85
Oxido nitroso.. 86
Oxido nítrico 87
Acido nítrico.......... 88

El carbono y sus óxidos

Distribución del carbono 90
Acción descolorante del carbón................................ 91
Acción desinfectante del carbón.............. 91
Anhídrido carbónico.. 92
Preparación y propiedades del monóxido de carbono (CO)......... 94

El azufre y sus compuestos

Propiedades del azufre (solubilidad)....................................... 96
Purificación y destilación del azufre.. 97
Formas alotrópicas del azufre.. 98
Efecto del azufre sobre los metales.. 100
Anhidrido sulfuroso................... 101
Preparación y propiedades del anhidrido sulfuroso................ 102
Preparación del ácido sulfhídrico 103
Propiedades del ácido sulfhídrico... 105
Propiedades del ácido sulfúrico 106

Los halógenos

Página
El cloro 108
Acción del cloro sobre los metales 109
Acción descolorante del cloro 109
Acido clorhídrico 110
El bromo 111
Acido bromhídrico 113
El yodo o iodo 114
La prueba del yodo 115
Acido yorhídrico 116
Acido fluorhídrico 116

Otros metaloides

Fósforo 118
Sílice y ácido silícico 119
El boro 121
Arsénico 121
Antimonio 122

Los metales alcalinos

Sodio 123
Potasio 123
Compuestos de sodio y de potasio 124
Bario, estroncio y calcio 124
El espectro de los metales alcalinos 125

Los metales del primer grupo

Plata, plomo y mercurio 127
Separación de los metales del primer grupo 128

◆

UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 072853994

UNIVERSITY OF ILLINOIS LIBRARY
[illegible]